

**RECHERCHE EN MATIÈRE DE TRANSPORT ROUTIER
ET INTERMODAL**



**stratégies de sécurité routière
en rase campagne**

RECHERCHE EN MATIÈRE DE TRANSPORT ROUTIER
ET INTERMODAL

Stratégies de sécurité routière en rase campagne

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996) et la Corée (12 décembre 1996). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

Also available in English under the title:
SAFETY STRATEGIES FOR RURAL ROADS

© OCDE 1999

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France, Tél. (33-1) 44 07 47 70, Fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, or CCC Online: <http://www.copyright.com/>. Toute autre demande d'autorisation de reproduction ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

AVANT-PROPOS

Le programme de recherche en matière de transports routiers et liaisons intermodales (RTR) est une approche de coopération parmi les pays Membres visant à traiter des questions techniques, économiques et politiques associées à un transport routier sûr et efficace. Le Programme, par le biais de ses liens plus larges vers les autres modes, est le reflet d'une approche multimodale aux problèmes communs de transport et représente un effort combiné pour réduire l'impact négatif du transport sur l'environnement. Le Programme comprend deux principaux domaines d'activités :

- l'évaluation au niveau international des recherches et des politiques en matière de routes et de transports routiers pour fournir aux gouvernements des pays Membres et aux organisations internationales gouvernementales un support scientifique à la prise de décision ;
- le transfert de technologie et l'échange d'informations grâce à deux bases de données : le système de la Documentation Internationale de Recherche Routière (DIRR) et la Base de Données Internationale sur la Circulation et les Accidents de la Route (BICAR).

Sa mission est de :

- développer une recherche innovante grâce à la coopération et la mise en réseau au niveau international ;
- entreprendre des analyses politiques conjointes et préparer des études technologiques sur des problèmes cruciaux du secteur du transport routier ;
- promouvoir les échanges d'informations scientifiques et techniques dans le secteur du transport et contribuer au transfert de la technologie routière dans les pays Membres de l'OCDE et les pays non-membres ;
- promouvoir le développement de politiques rationnelles pour parvenir à un secteur du transport sûr et efficace qui soit respectueux de l'environnement.

Les activités scientifiques et techniques concernent :

- les stratégies de transport multimodal durable ;
- la performance économique, l'infrastructure et la gestion des transports ;
- la sécurité des transports et leur impact sur l'environnement.

RESUME ANALYTIQUE

N° DIRR F10001

Plus de 75 000 personnes sont tuées chaque année sur les routes de rase campagne des pays de l'OCDE. Ces décès impliquent des coûts économiques de l'ordre de USD 135 milliards par an. La proportion des accidents mortels de la circulation en zone rurale par rapport au nombre total d'accidents de la route mortels est passée de 55% en 1980 à plus de 60% en 1996. Dans la mesure où les pays de l'OCDE ont en général connu une diminution du nombre total des victimes d'accidents de la route, il est clair que les progrès en matière de sécurité routière ont été plus concluants sur les autoroutes et voies urbaines que sur les routes de rase campagne. C'est pourquoi l'OCDE a créé un Groupe d'experts composé de représentants de treize pays, afin d'examiner les problèmes existants et de proposer des stratégies pour améliorer la situation. Le rapport montre que 80% des accidents sur les routes de rase campagne se décomposent en trois catégories : les accidents n'impliquant qu'un seul véhicule, les collisions frontales et les collisions aux intersections. Une conclusion majeure de cette analyse est que le réseau routier secondaire a des caractéristiques inhérentes qui sont largement à l'origine du niveau élevé des accidents et du risque. Il est, par conséquent, recommandé que chaque pays Membre de l'OCDE développe une stratégie d'amélioration de la sécurité routière en rase campagne. Il est également recommandé que chaque pays élabore en ce sens des programmes à court, moyen et long terme. Ces programmes devront s'efforcer de faire prendre conscience du problème de sécurité routière en rase campagne à la fois auprès du grand public et de tous les acteurs principaux. Le rapport propose une série de mesures visant à améliorer la sécurité routière en zone rurale. Bien qu'une approche structurelle à l'échelle du réseau soit nécessaire et recommandée dans le rapport, il est clair que des mesures ponctuelles à faible coût peuvent contribuer à relever nettement le niveau de sécurité des routes de rase campagne. Le rapport insiste sur le fait que la sécurité mérite une attention affichée à toutes les étapes du processus, depuis la décision de construire une route ou de la remettre en état jusqu'aux phases de planification et de conception et par la suite au niveau de la construction, de l'exploitation et de l'entretien. Étant donné qu'on ne dispose actuellement pas d'informations suffisantes sur les problèmes de sécurité en rase campagne pour permettre de fonder sagement des décisions politiques et d'investissement, le rapport recommande une évaluation plus systématique de l'efficacité des contre-mesures. En outre, il est nécessaire d'entreprendre des études approfondies sur les stratégies et les mesures individuelles de sécurité routière en zone rurale afin de faire des progrès rapides dans ce domaine.

Domaines : Études des accidents, les accidents et la route

N° domaines : 80, 82

Mots clefs : OCDE, zone rurale, taux d'accidents, tué, prévention des accidents, politique, évaluation, danger, route, amélioration, efficacité.

TABLE DES MATIÈRES

NOTE DE SYNTHÈSE.....	9
<i>Chapitre I</i> INTRODUCTION	15
I.1. Définition des routes de rase campagne.....	15
I.2. La sécurité routière sur les routes de rase campagne	16
I.3. La sécurité sur les routes de rase campagne s'aggrave	17
I.4. Politique de sécurité pour les routes de rase campagne	18
I.5. Objectifs de l'étude	19
I.6. Structure du rapport	19
<i>Chapitre II</i> CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA SECURITE ROUTIERE EN RASE CAMPAGNE.....	21
II.1. Introduction.....	21
II.2. Le réseau routier de rase campagne et son utilisation.....	22
II.3. Les limites de vitesse et les vitesses pratiquées	23
II.4. Accidents et tués	25
II. 5. Coûts socio-économiques	30
II. 6. Politique de sécurité.....	31
II. 7. Conclusion	32
BIBLIOGRAPHIE	34
<i>Chapitre III</i> FACTEURS CONTRIBUTANT AUX ACCIDENTS SUR LES ROUTES DE RASE CAMPAGNE.....	37
III.1. Introduction.....	37
III.2. Examen de la nature systémique d'un accident	37
III.3. Le conducteur.....	38
III.4. L'environnement de la route	41
III.5. Caractéristiques du véhicule de l'utilisateur.....	46
III.6. Conclusion	48
BIBLIOGRAPHIE	49

<i>Chapitre IV</i>	PLANIFICATION DU RÉSEAU ET INFRASTRUCTURE ROUTIERE.....	51
IV.1.	Introduction.....	51
IV.2.	L'ingénierie de la circulation routière et son potentiel d'amélioration de la sécurité.....	51
IV.3.	Planification du réseau.....	52
IV.4.	Caractéristiques de construction des routes liées à la sécurité.....	54
IV.5.	Sécurité des bords de route.....	63
IV.6.	Panneaux, marquage et éclairage.....	68
IV.7.	Entretien et zones sous chantier.....	71
IV.8.	Les usagers de la route vulnérables : piétons et cyclistes.....	74
IV.9.	Identification des problèmes (potentiels) de sécurité et des solutions.....	76
IV.10.	Conclusion.....	79
	BIBLIOGRAPHIE.....	81
<i>Chapitre V</i>	LE CONTROLE.....	87
V.1.	Introduction.....	87
V. 2.	Efficacité et limitations du contrôle.....	87
V.3.	Le mécanisme de contrôle.....	91
V.4.	Pratiques de contrôle.....	96
V.5.	Gestion, hiérarchisation des priorités et financement.....	101
V.6.	Conclusion.....	102
	BIBLIOGRAPHIE.....	104
<i>Chapitre VI</i>	LES SYSTEMES DE TRANSPORT INTELLIGENT : QUELLES SOLUTIONS POSSIBLES?.....	107
VI.1.	Introduction.....	107
VI.2.	Les STI et la sécurité : aperçu général.....	108
VI.3.	Dispositifs de contrôle de la vitesse.....	109
VI.4.	Systèmes d'information conducteur/véhicule.....	111
VI.5.	Les applications fondées sur l'infrastructure pour les systèmes coopératifs.....	115
VI.6.	Considérations relatives aux facteurs humains.....	116
VI.7.	Les STI en perspective.....	116
VI.8.	Besoins futurs.....	117
VI.9.	Conclusion.....	118
	BIBLIOGRAPHIE.....	119
<i>Chapitre VII</i>	LA PRISE EN CHARGE DES TRAUMATISMES EN MILIEU RURAL.....	121
VII.1.	Les risques spécifiques des accidents de la route en milieu rural.....	121
VII.2.	Vitesse d'intervention.....	121
VII.3.	Prise en charge des traumatismes liés à la route dans un environnement de rase campagne.....	123
VII.4.	Les possibilités d'amélioration de la prise en charge des traumatismes en milieu rural.....	125
VII.5.	Conclusion.....	127
	BIBLIOGRAPHIE.....	129

<i>Chapitre VIII</i> CADRE STRATEGIQUE	131
VIII.1. Introduction.....	131
VIII.2. Le réseau routier rural : approche fonctionnelle	131
VIII.3. Rationaliser le processus de décision.....	133
VIII.4. Politique : organisation – financement – informations/données	141
VIII.5. Résumé.....	144
BIBLIOGRAPHIE	145
<i>Chapitre IX</i> CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	147
IX.1. La sécurité routière en rase campagne – un géant endormi	147
IX.2. Stratégie d’amélioration de la sécurité sur les routes de rase campagne.	149
IX.3. Besoins de recherche.....	154
IX.4. Étapes suivantes – la diffusion des résultats	155
<i>Annex A</i> LISTE DES MEMBRES	157

NOTE DE SYNTHÈSE

La sécurité sur les routes de rase campagne est un problème grave

Dans les pays de l'OCDE, plus de 75 000 meurent chaque année dans un accident de la route en zone rurale. Ce chiffre correspond à plus de 60% de tous les accidents mortels dans les pays de l'OCDE. Les coûts socio-économiques des décès résultant de ce problème de sécurité sont de l'ordre de USD 135 milliards par an. Les blessures résultant des accidents en zone rurale sont vraisemblablement tout aussi importantes en termes de nombre et de coûts. Malheureusement, les données disponibles pour documenter de ce point de vue le problème de sécurité routière en zone rurale ne sont pas fiables et incomparables d'un pays à l'autre. Le risque d'être tué par kilomètre parcouru sur une route rurale est généralement bien plus élevé que pour une route urbaine, et quatre à six fois plus élevé que pour une autoroute. Les accidents en rase campagne sont en général plus graves que les accidents en zone urbaine en raison du différentiel des vitesses des différents véhicules, du tracé et de la fonctionnalité de la route, du niveau de contrôle et d'autres facteurs. Tout ceci contribue à l'augmentation relative de la proportion d'accidents mortels survenant sur route rurale qui est passée de 55% en 1980 à plus de 60% en 1996. Étant donné que, durant la même période, les pays de l'OCDE ont d'une manière générale connu une réduction du nombre total des tués dans les accidents de la circulation, il apparaît clairement que les améliorations de la sécurité sur les autoroutes et en zone urbaine ont été bien mieux réussies, ou qu'on a accordé à ces routes une plus grande priorité que pour les routes rurales.

Les conclusions à tirer de ces données sont inéluctables : le problème de sécurité sur les routes de rase campagne est très grave et tous les indicateurs de sécurité routière (ampleur, risque, évolution dans le temps) appellent clairement les décideurs et le monde de la sécurité routière à accorder une attention bien plus grande. Tout laisse à penser que ce problème a été négligé au fil des ans comparé au plus fort degré d'attention portée aux problèmes de sécurité sur les autoroutes et sur les routes et rues urbaines/résidentielles. On peut en voir une preuve dans l'absence générale de politiques ou d'objectifs ciblés explicites de sécurité pour les routes de rase campagne dans la plupart des pays de l'OCDE. Étant donné cet état des choses, le problème de sécurité routière en rase campagne mérite une priorité plus élevée dans les futures politiques de sécurité routière, sans pour autant négliger le problème de sécurité en milieu urbain. L'OCDE a, par conséquent, créé un Groupe d'experts composé de représentants de treize pays pour examiner les problèmes et proposer des stratégies pour améliorer la situation.

Caractéristiques des problèmes de sécurité sur les routes de rase campagne

On définit dans ce rapport les routes rurales comme toute route en dehors des zones urbaines qui n'est ni une autoroute ni une route non revêtue. La grande diversité de principes et de pratiques de mise œuvre utilisés dans la classification des routes ne facilitent pas une représentation correcte de la taille et de la nature du problème de la sécurité routière et rendent difficile la comparaison de la situation de la sécurité en zone rurale entre pays. Malgré tout, on peut constater que 80% de tous les

accidents survenant sur une route rurale peuvent être classés dans l'une de ces trois catégories : accidents n'impliquant qu'un seul véhicule – sorties de route en particulier – collisions frontales et collisions dans les intersections.

Les accidents n'impliquant qu'un seul véhicule constituent 35% ou plus de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne. Ce type d'accident est le plus fréquent car tous les éléments de la famille des facteurs de danger — c'est-à-dire le comportement du conducteur, le véhicule et l'environnement routier (l'infrastructure) — jouent un rôle dans la genèse de ces accidents et dans leur aggravation. Les collisions frontales représentent jusqu'à 25% de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne. Le comportement du conducteur et l'environnement routier sont les principaux facteurs de ces accidents. Les collisions dans les intersections représentent environ 20% de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne. Là encore, le comportement du conducteur et l'infrastructure routière sont les principaux facteurs contributifs de ce type d'accident.

Les accidents sur les routes de rase campagne sont répartis sur l'ensemble du réseau. Dans ces conditions, les professionnels de la sécurité sont confrontés au défi pressant de comprendre les causes des accidents sur ces routes ainsi que les facteurs qui y contribuent. Une conclusion importante de cette analyse est que le système routier de rase campagne lui-même présente des caractéristiques inhérentes qui contribuent significativement au nombre et au risque élevé d'accidents.

Les vitesses inadaptées et excessives sont un facteur-clé des accidents sur les routes de rase campagne, dans la mesure où les vitesses pratiquées sont relativement élevées dans des conditions où ces vitesses élevées ne peuvent être maintenues, partout et tout le temps, en toute sécurité. Par exemple, les caractéristiques de construction des routes de rase campagne ne sont, en général, pas homogènes sur toute leur longueur et leurs diverses composantes peuvent poser problème car il s'agit plutôt de routes historiques. Ceci nécessite une adaptation constante des vitesses pour répondre à des situations et des circonstances qui changent sans cesse et augmentent les occasions d'erreurs humaines conduisant ainsi à un risque d'accident plus élevé. Le rapport conclut donc que des actions visant les vitesses inadaptées et excessives et une conception de bords de voie plus sûrs sont les éléments essentiels pour améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. En dehors de ces éléments, la fatigue et la consommation d'alcool et de médicaments sont également des éléments clés de la sécurité en zone rurale. De même, les différentiels de vitesse dus à la présence de bus, de véhicules lourds, de véhicules agricoles, de motocyclettes et de vélos induisent un risque d'accident plus élevé par rapport aux autres types de routes.

Une stratégie pour améliorer la sécurité des routes rurales

La sécurité sur les routes de rase campagne est complètement différente de ce qu'elle est sur les autoroutes ou les voies urbaines et elle requiert donc une approche de gestion séparée. Une telle approche est quasiment inexistante dans les pays de l'OCDE. Les connaissances sur les manières de concevoir des routes rurales sûres se développent rapidement, bien que certains aspects ne soient pas encore connus. Une approche systématique de la recherche, avec des méthodologies et outils communément acceptés, aidera clairement à augmenter la rapidité du développement de la connaissance ainsi que la fiabilité et l'utilité des résultats. L'introduction de la sécurité routière dans les cours fondamentaux de technique routière des universités favorisera également l'accélération du processus de diffusion du savoir. Il est, par conséquent, recommandé que tous les pays Membres de l'OCDE développent une stratégie d'amélioration de la sécurité pour les routes de rase campagne. Il est également recommandé que chaque pays développe des programmes à court, moyen et long termes fondés sur une analyse approfondie des problèmes. De tels programmes devront veiller à augmenter la

prise de conscience de la sécurité en zone rurale au sein du public général et des organisations de tous les acteurs clés — par exemple, gouvernement, groupes pairs et autres.

En ce qui concerne les programmes à court terme, il est conseillé de développer et mettre en œuvre une stratégie de gestion de la vitesse dans laquelle les éléments-clés sont la définition de limites de vitesse et le contrôle de leur respect (combiné à des campagnes publicitaires). A court terme, il est également possible d'établir un système de gestion des traumatismes. Dans les programmes à court et moyen termes, il faut sélectionner des mesures qui visent à investir dans l'amélioration de la qualité de l'infrastructure routière en rase campagne. Il est recommandé de retenir des mesures de faible coût et efficaces qui, de préférence, rentrent facilement dans le cadre des programmes d'entretien routier existants. A cet égard, les programmes ciblés sur les "points noirs" ont prouvé leur efficacité. Les programmes sur le long terme devraient comporter, entre autres mesures, des applications des Systèmes de Transport Intelligents (STI).

Mesures de sécurité

Diverses mesures de sécurité susceptibles d'améliorer la sécurité en zone rurale — dont un certain nombre sont peu onéreuses — sont présentées tout au long du rapport. Si le rapport préconise et recommande une approche structurelle à l'échelle du réseau, il ne fait aucun doute que des mesures isolées de faible coût peuvent apporter une contribution substantielle à la sécurité du réseau routier de rase campagne. Par exemple, des mesures isolées visant l'infrastructure offrent de nombreuses opportunités pour améliorer la sécurité en zone rurale.

Le rapport recommande fermement que la sécurité soit prise en compte explicitement à chaque stade du processus, depuis la décision de construire ou reconstruire une route jusqu'aux phases de planification et de conception, en passant par la construction et durant l'exploitation et l'entretien. La conception d'une route sûre doit se fonder sur un réseau routier cohérent, hiérarchisé, dans lequel chaque catégorie de route remplit une fonction particulière. Il convient d'assigner aux routes de rase campagne une fonction spécifique plutôt que de chercher à remplir une combinaison fluctuante de fonctions. En outre, la conception de la route doit être cohérente avec sa fonction et conforme à son usage fonctionnel inférieur. Le rapport suggère d'autres mesures comme la rectification des courbes horizontales et l'utilisation adéquate du marquage de la chaussée.

Le rapport souligne l'importance d'une conception "indulgente" des abords de la voie ou des améliorations de ceux-ci en général dans la mesure où on peut ainsi réduire significativement la gravité des accidents. Le traitement ou la suppression des obstacles latéraux peut considérablement améliorer le niveau global de la sécurité. Le rapport indique également qu'il serait souhaitable d'avoir une zone libre de tout obstacle, d'une largeur comprise entre 4 et 10 mètres, partout où l'emprise et les caractéristiques géométriques de la route le permettent. Enfin, le rapport identifie clairement le transfert de connaissances et la formation dans le domaine de la sécurité latérale comme un champ d'action essentiel susceptible de contribuer à un meilleur traitement en temps opportun des dangers en bordure de voie.

Étant donné que la séparation physique du trafic des deux directions constitue une mesure plutôt drastique et souvent une approche impraticable, la construction d'aménagements pour le dépassement sans risque de conflit, associée à des mesures d'interdiction du dépassement en dehors de ces zones, peut offrir de nombreux avantages. En outre, le rapport montre qu'élargir la voie de circulation et l'accotement constitue une approche efficace pour éviter divers types d'accidents dont les sorties de route. En ce qui concerne les collisions dans les intersections, le rapport conclut que les carrefours giratoires constituent le type de carrefours le plus sûr. Toutefois, comme il s'agit d'une

solution relativement coûteuse, la décision de les installer doit reposer sur une analyse approfondie de la rentabilité correspondante comparée à d'autres solutions. La canalisation du trafic comme mesure de prévention dans les intersections ordinaires existantes ainsi que l'éclairage des routes aux intersections pour réduire le nombre de collisions pendant la nuit peuvent être des solutions avantageuses.

S'agissant du problème de la dispersion des vitesses sur les routes de rase campagne, la séparation des trafics lent et rapide contribue favorablement à la sécurité globale des routes et le rapport identifie différents moyens de réaliser cette séparation. Enfin, pour ce qui concerne l'infrastructure, il convient de conduire des évaluations de l'impact sur la sécurité et des audits de sécurité, de manière appropriée, lors de la planification, de la conception et de la (re)construction ou de l'entretien des routes, avec l'objectif de prévenir les accidents plutôt que de faire face à ceux qui se sont déjà produits.

Le contrôle par la police est très important étant donné la contribution des vitesses inappropriées ou excessives dans les accidents de la route en zone rurale. Un contrôle efficace peut constituer un facteur de dissuasion générale susceptible d'induire des changements de comportement long terme s'il est couplé avec d'autres actions fermes comme des sanctions et une publicité adaptées. Toutefois, en raison de l'étendue du réseau routier de rase campagne, le contrôle par des moyens classiques est très limité. Les campagnes de publicité associées à un contrôle ciblé peuvent renforcer les effets du contrôle et contribuer à une modification des comportements d'ordre normatif. Dans la même veine, le rapport conclut que la répétition des contrôles produit des effets de halo plus durables, par opposition aux campagnes "éclair". Lorsqu'on introduit un élément aléatoire dans le contrôle, l'efficacité de celui-ci peut se trouver également renforcée et des effets de halo plus durables sont produits. En outre, l'application de technologies de contrôle automatique qui ciblent les causes des principaux accidents sur les routes de rase campagne devrait être étudiée. Enfin, le rapport recommande qu'une partie des fonds générés par le contrôle de la circulation routière soit affectée à la sécurité des routes de rase campagne.

Le potentiel des solutions STI pour la sécurité des routes de rase campagne ne pourra être pleinement réalisé que si on engage des recherches visant à mieux comprendre le coût de ces systèmes, les problèmes techniques spécifiques, l'interface homme-machine ainsi que les contraintes institutionnelles et politiques. Le rapport identifie toute une série de mesures STI de faible coût qui seront prêtes à être mises en œuvre dans les trois prochaines années et qui pourraient contribuer à la réduction des principaux types d'accidents sur les routes de rase campagne. Étant donné le rôle majeur de la vitesse dans les accidents sur les routes de rase campagne, on notera particulièrement les technologies de contrôle de la vitesse telles que l'affichage de vitesses conseillées et le réglage adaptatif de la vitesse de croisière. Dans les trois à sept prochaines années, d'autres mesures de faible coût comme les ceintures de sécurité et coussins d'air intelligents ou les enregistreurs de données relatives au véhicule seront largement disponibles et pourront atténuer le problème de sécurité. Les décisions relatives à l'application de mesures STI plus onéreuses pour améliorer la sécurité routière en rase campagne doivent être considérées au cas par cas.

L'identification de la localisation d'un accident est un des principaux problèmes dans la réponse aux accidents sur les routes de rase campagne. Le rapport cite plusieurs options susceptibles d'améliorer la situation, y compris : l'amélioration des systèmes d'identification des routes et de repérage kilométrique ; le développement de l'usage des systèmes GPS ; et les possibilités des systèmes de détection automatique des incidents. Parmi les technologies disponibles, le téléphone cellulaire est considéré comme une avancée extrêmement positive dans la mesure où il permet de raccourcir le délai d'intervention et d'améliorer toute la chaîne d'information relative à une situation d'accident. Les campagnes de publicité en conjonction avec une meilleure diffusion de la formation

aux premiers secours peuvent également contribuer à améliorer le traitement des traumatismes sur place lors d'un accident en rase campagne. Le rapport recommande également des directives communes et des procédures normalisées que les hôpitaux locaux pourraient adopter pour améliorer le traitement des traumatismes. Dans le cas de traumatismes multiples ou de blessures graves, susceptibles de dépasser les compétences des hôpitaux locaux, la police ou les autres autorités présentes sur le lieu de l'accident doivent avoir connaissance des procédures pour notifier le problème et obtenir l'assistance de spécialistes de tels traumatismes.

Besoins de recherche

Actuellement, on ne dispose pas de suffisamment d'informations sur les problèmes de sécurité routière en rase campagne pour permettre de fonder sagement des décisions politiques et d'investissement. Ceci est important car l'amélioration de la sécurité sur les routes de rase campagne exige des méthodes unifiées pour recueillir les données d'accident et en rendre compte, identifier les mesures d'exposition et les niveaux d'intervention, suivre et évaluer les mesures de prévention et évaluer l'efficacité et le ratio bénéfice-coût de ces mesures. Lorsque ces méthodes unifiées seront en place, il sera possible de donner un fondement solide à des politiques rationnelles de sécurité sur les routes de rase campagne. Aussi, une évaluation plus systématique de l'efficacité des contre-mesures repose-t-elle nécessairement sur des données fiables et valides. Dans cette perspective la comparaison des stratégies de sécurité pour les routes rurales peut contribuer à améliorer l'efficacité. Enfin, il est nécessaire d'entreprendre des études approfondies sur les stratégies et les mesures ponctuelles de sécurité en zone rurale afin de faire des progrès rapides dans ce domaine.

Chapitre I

INTRODUCTION

I.1. Définition des routes de rase campagne

Les routes de rase campagne composent une partie importante de l'ensemble du réseau routier. Elles présentent, en tant que telles, des caractéristiques spécifiques qui les distinguent des autres composantes du réseau. Il serait toutefois illusoire de penser que toutes les routes de rase campagne se ressemblent car elles diffèrent sur des considérations clés comme la fonction, la géométrie, l'utilisation et les caractéristiques du trafic, les capacités et débits. Elles peuvent aller de l'autoroute, dans certains cas, à un simple chemin carrossable revêtu, dans d'autres. Ces différences peuvent se rencontrer à l'intérieur d'un même pays et des différences plus importantes encore peuvent apparaître dans les comparaisons entre pays et elles se manifestent dans les statistiques d'accidents de la route en termes de nombre d'accidents mortels et graves, de ratio d'accidents, et de caractéristiques des accidents.

Il n'existe pas de définition formelle, reconnue au plan international, pour classer les routes de rase campagne. Il est, cependant, tout à fait clair que l'éventail des types de routes de rase campagne est très large, depuis d'un côté les autoroutes jusqu'aux routes de rase campagne non revêtues de l'autre, avec tous les intermédiaires entre ces deux types.

Le tableau I.1. propose une division grossière entre les autoroutes de rase campagne et le reste du réseau de rase campagne en dehors des agglomérations. En premier lieu, une partie du réseau routier de rase campagne assure l'accessibilité aux zones rurales et relie villes et villages. Il s'agit de routes relativement fréquentées. Si le débit est suffisamment important, ces routes sont intégrées dans le réseau autoroutier. Ce réseau rural peut représenter jusqu'à 20% de la longueur totale de routes en dehors des agglomérations et jusqu'à 80% des véhicules-kilomètres parcourus. Les 80% restants du réseau routier consistent en voies rurales dont la seule fonction est la desserte directe des parcelles adjacentes. Ces routes ne correspondent qu'à 20% des véhicules-kilomètres parcourus.

Tableau I.1. **Composition et utilisation du réseau de routes de rase campagne**

	Pourcentage de la longueur du réseau	Pourcentage des véhicules-kilomètres
Routes principales	20	80
Autres routes	80	20

Dans le cadre du présent rapport et pour ce qui concerne les données présentées, les routes de rase campagne recouvrent tous les types de routes à l'exception des autoroutes et voies non revêtues.

En outre la description des routes de rase campagne ne couvre pas les voies à l'intérieur des villages et des villes mais couvre par contre les voies d'accès à ces mêmes villages et villes.

De la même manière qu'il existe différentes façons de définir les routes rurales, il existe différentes manières de les classifier. Par exemple, un système de classification fonctionnelle comprend des catégories telles que fonction d'écoulement pour le trafic de transit, une fonction de distribution à l'intérieur des districts et régions et une fonction d'accès aux destinations situées le long des routes. Dans le cadre de ces catégories de classification fonctionnelle, plusieurs pays ont défini différents types de routes, par exemple artérielles (principales et secondaires), routes collectrices et routes locales. En dehors de la classification fonctionnelle, certains pays font appel à un système de classification fondé sur des catégories administratives telles que route nationale, étatale/provinciale, départementale ou municipale. Il peut arriver que l'on utilise des catégories administratives qui se réfèrent à des routes de 1^{ère}, 2^{nde} ou 3^{ème} classe. Dans certains cas, les pays utilisent une combinaison des catégories fonctionnelles et administratives pour classer leurs routes. Il est évident que les systèmes de classification des routes reflètent une grande diversité dans les principes et pratiques de mise en œuvre. Ceci ne facilite pas une représentation correcte de l'ampleur et de la nature des problèmes de sécurité routière et rend difficile la comparaison de la sécurité sur les routes de rase campagne d'un pays à l'autre.

I.2. La sécurité routière sur les routes de rase campagne

Traditionnellement, les routes ont été construites pour faciliter les déplacements d'un endroit à un autre, tout en permettant aux véhicules d'atteindre leurs destinations le plus rapidement possible, malgré la présence d'obstacles, naturels comme les cours d'eau et les montagnes, ou autres comme les propriétés privées. Au début du siècle, le mode de déplacement dominant était la voiture à cheval ce qui avait conduit à un réseau plus ou moins dense de pistes non revêtues, sinueuses qui reliaient les villes, les villages et les hameaux. Actuellement, une proportion considérable du réseau de routes de rase campagne se compose encore de ces routes étroites et sinueuses qui ont été progressivement aménagées et revêtues pour supporter des transports plus divers, allant des piétons et deux-roues et tracteurs agricoles aux voitures, autobus et camionnettes et camions locaux de livraison. Parallèlement au développement de la motorisation, la demande de mobilité faisant appel à des routes rapides de bonne qualité s'est également accrue et s'est traduite par des réseaux de routes de forte capacité qui, le plus souvent, mais pas exclusivement, tombent dans la catégorie des autoroutes.

Si l'optimisation de la mobilité reste un facteur majeur dans la prise de décision relative au transport routier, le nombre élevé d'accidents de la circulation et de dommages corporels ainsi occasionnés ainsi que l'importance des risques d'accidents sur des types particuliers de routes ont poussé à une prise en compte plus poussée de considérations explicites de sécurité lors de la conception et de la (re)construction des routes. Plus récemment, la sécurité en tant que telle a été jugée comme une raison valable d'aménager l'infrastructure routière bien que cela ne se reflète pas encore suffisamment dans la pratique pour traiter véritablement les problèmes de sécurité routière. Ceci vaut particulièrement pour les réseaux de routes de rase campagne dans la plupart des pays.

La demande de mobilité a augmenté de manière plus importante en zone rurale qu'en zone urbaine. Cette croissance est le résultat d'évolutions telles que la suburbanisation et le développement économique rural le long des routes principales. Ces développements vont habituellement de pair avec la restriction de l'offre de transport public d'où une dépendance accrue à l'égard de l'usage de la voiture particulière. De même, la réduction du temps de travail (diminution de la semaine de travail, retraite plus précoce) associée à un meilleur niveau de vie qui permet une motorisation plus élevée, s'est traduite par une augmentation de la mobilité de loisirs et sociale. Dans la mesure où le temps

passé en trajet n'est pas considéré comme le facteur le plus important dans la mobilité de loisirs, les routes de rase campagne absorbent une portion substantielle et croissante des déplacements. Enfin, l'utilisation des routes de rase campagne comme raccourcis pour pallier la congestion des autoroutes est un problème sérieux qui prend de l'ampleur dans un grand nombre de pays. Ceci nuit à la sécurité routière car les risques sur les routes de rase campagne sont plus élevés que sur les autoroutes. Il y a déjà un certain temps que les professionnels de la route ont pris conscience que la sécurité sur les réseaux secondaires – c'est-à-dire tout type de routes de rase campagne autre qu'une autoroute – n'est pas un facteur qui peut rester ignoré.

I.3. La sécurité sur les routes de rase campagne s'aggrave

En dépit d'un volume de trafic relativement faible, le nombre d'accidents mortels de la circulation sur les routes de rase campagne a augmenté et représente aujourd'hui 60% du nombre total des tués sur l'ensemble des routes. De même que le terme routes de rase campagne englobe une grande diversité de routes, il faut être conscient que la nature des problèmes qui contribuent à cette piètre situation en termes de sécurité, ainsi que les solutions possibles à ces problèmes, diffèrent considérablement selon les différents types de routes de rase campagne. Par exemple, la reconstruction des routes, les mesures d'aménagement à faible coût, le traitement des points noirs ou les réglementations/limitations de vitesse accompagnées d'un contrôle de leur application sont toutes des solutions envisageables pour les problèmes des routes de rase campagne selon la situation. Néanmoins, si des actions de recherche, de développement et de mise en œuvre ont été menées sur une grande échelle en vue d'améliorer la sécurité du réseau principal, la sécurité sur les routes de rase campagne est restée à la traîne. Le risque élevé sur ces routes peut s'expliquer par une combinaison de facteurs :

- de nombreuses routes sont de conception ancienne et ne satisfont pas aux exigences qui seraient imposées aujourd'hui ;
- différents types de moyen de transport occupent le même espace physique (deux-roues, voitures particulières, camions, autobus et tracteurs) ;
- la largeur des emprises est limitée, les obstacles en bordure de voie sont fréquents et les zones de dégagement sur le côté de la route font défaut ;
- de nombreuses routes en dehors des agglomérations autorisent des vitesses élevées et ont une limitation de vitesse uniforme alors que la chaussée et la conception en certains endroits exigeraient un ajustement des vitesses. Il s'ensuit une situation où la gravité des accidents est plus forte sur les routes de rase campagne ;
- la détection et la localisation des accidents sont parfois retardées et, en rase campagne, il faut plus de temps aux services d'urgence pour arriver sur les lieux de l'accident par rapport aux voies urbaines ou aux autoroutes ;
- la priorité accordée à l'amélioration de la sécurité en milieu urbain s'est traduite par une aggravation relative de la situation en rase campagne.

Ces facteurs pourraient se trouver renforcés du fait de l'accroissement du volume de trafic sur les routes de rase campagne. Ceci est important du point de vue de la sécurité pour de nombreuses raisons. Par exemple, la longueur du réseau routier de rase campagne croît en général moins rapidement que le trafic. Ces routes sont donc de plus en plus chargées. En outre, les budgets disponibles pour la construction et l'entretien, rapportés à la longueur de réseau de rase campagne à entretenir, sont généralement en baisse. Ceci signifie que l'entretien se trouve réduit alors que les niveaux de trafic augmentent. Cette situation se traduit par une diminution des activités d'entretien à

grande échelle au profit d'une augmentation des activités d'entretien routier ponctuelles. Par conséquent, les aménagements de sécurité structurels, élément de la première catégorie, diminuent.

La manière dont ces facteurs agissent sur la sécurité routière en rase campagne n'est pas complètement claire. D'un côté, on peut raisonnablement supposer qu'un entretien insuffisant peut entraîner des situations dangereuses, surtout si l'utilisateur n'est pas averti de la situation. Mais on ne peut pas non plus exclure l'hypothèse que les vitesses pratiquées soient plus faibles en raison du mauvais état de la route, ce qui pourrait être bénéfique pour la sécurité routière. De même, les effets négatifs de la diminution des budgets publics et subventions du gouvernement pour les transports publics en zone rurale ne sont pas clairement établis. Les personnes qui vivent dans ces zones deviennent de plus en plus dépendantes de l'utilisation de la voiture particulière, et leur exposition aux accidents pourrait augmenter en conséquence. Toutefois, une autre conséquence possible est qu'il se forme de plus en plus de pelotons de véhicules, ce qui fait que le nombre de véhicules-kilomètres parcourus augmente sans que l'exposition aux accidents augmente proportionnellement.

De nombreux autres facteurs pourraient être étudiés sous cet angle. Par exemple, il est probable que la diversité des véhicules – c'est-à-dire plus de véhicules lourds combinés avec plus de voitures particulières, de motocyclettes, de cyclomoteurs et de piétons – dans la même situation physique va augmenter. De même, dans certains pays, les évolutions de la technologie et de la politique dans le sens de véhicules commerciaux plus lourds va exacerber la réalité historique que la conception des routes de rase campagne n'est pas suffisante pour les véhicules qui les utilisent. On peut raisonnablement s'attendre à ce qu'aucune de ces deux tendances ne soit bénéfique pour la sécurité. Toutefois, l'examen des nombreux scénarios et possibilités différents conduit inéluctablement à l'hypothèse que le trafic sur le réseau routier de rase campagne va augmenter à un rythme relativement plus soutenu que dans les zones bâties et que cet accroissement du trafic va vraisemblablement se produire sur des routes dont l'état se détériore. Il y a ainsi une forte probabilité que la sécurité sur ces routes diminue et que les tendances, déjà décourageantes, du nombre de tués se maintiennent si aucune mesure n'est prise.

I.4. Politique de sécurité pour les routes de rase campagne

Une des premières approches possibles pour résoudre les problèmes de sécurité des routes de rase campagne est d'appliquer les techniques et méthodes qui ont fait leurs preuves sur des routes de catégorie supérieure. Malheureusement, cette approche ne permet pas toujours de corriger convenablement le problème et, pour de nombreux pays, elle a atteint les limites de son efficacité. En outre, les traitements employés sur des réseaux à fort débit peuvent ne pas être applicables sur les routes de rase campagne en raison de contraintes financières ou techniques. Enfin, lorsque la sécurité routière en rase campagne n'est pas mentionnée explicitement dans un programme national de sécurité, il est naturel que les grands axes urbains, les rues résidentielles et les autoroutes qui sont très visibles pour le public attirent en priorité l'attention des administrations chargées de la sécurité routière. Cette situation suggère que les routes de rase campagne ne vont pas se voir attribuer le niveau de priorité qu'elles méritent. L'ensemble de ces problèmes rend difficile le traitement adéquat des problèmes de sécurité routière en rase campagne dans le contexte d'un ensemble unique de solutions pour l'ensemble du réseau routier.

Ainsi est-il devenu indispensable d'appliquer des techniques spécifiques pour traiter des problèmes particuliers des routes de rase campagne. Citons parmi ces problèmes : la raideur des courbures horizontales et verticales ; des distances de visibilité inadéquates pour dépasser, s'arrêter et aborder les carrefours ; l'étroitesse des voies et des ouvrages d'art ; une signalisation, des marquages et un tracé inadéquats ; les accotements ; les obstacles en bordure de voie ; une grande variété

d'utilisateurs avec des caractéristiques différentes ; et l'absence d'équipements de sécurité adaptés en bordure de voie. En outre, le contrôle et la réponse aux urgences posent un ensemble de défis complètement différents de ceux posés par les problèmes énumérés ci-dessus. Pour tous ces problèmes, il est nécessaire de disposer de plus d'applications sécuritaires spécifiquement conçues pour l'environnement des routes de rase campagne si l'on veut continuer à améliorer la sécurité routière en rase campagne.

I.5. Objectifs de l'étude

L'objectif premier de l'étude était d'échanger des expériences relatives à la sécurité des routes de rase campagne et de proposer des stratégies et autres actions qui pourraient être adoptées par des pays Membres de l'OCDE pour améliorer la situation. Pour atteindre cet objectif, il était nécessaire d'atteindre les objectifs intermédiaires suivants :

- décrire les caractéristiques générales de la sécurité routière en rase campagne dans différents pays de manière à identifier et analyser les principaux problèmes de sécurité sur les routes de rase campagne ;
- examiner les initiatives prises pour améliorer la sécurité routière sur les routes de rase campagne et comparer les pratiques de gestion du réseau local dans les pays Membres de l'OCDE ;
- évaluer la capacité de mesures potentielles à réduire le risque d'accident en relation avec le coût correspondant.

L'audience visée par le présent rapport comprend les professionnels de la sécurité routière ainsi que les gestionnaires et décideurs au niveau juste en dessous des directeurs des routes. Lorsque des recommandations politiques substantielles sont émises, ce sont les directeurs de la sécurité routière et les décideurs au plus haut niveau comme les ministres qui sont visés. Les synthèses du rapport présentent également une utilité pour les praticiens de la sécurité routière.

I.6. Structure du rapport

Les chapitres II et III établissent un cadre pour faciliter l'examen des moyens actuels de traiter les problèmes de sécurité routière en rase campagne et favoriser le développement de nouvelles approches stratégiques. Le chapitre II consiste en une présentation générale des problèmes de sécurité routière sur les routes de rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE. Il couvre des sujets comme : des informations générales sur le réseau routier de rase campagne ; l'utilisation des routes de rase campagne, les types d'accidents ainsi que les caractéristiques et coûts des accidents. Enfin, certains objectifs nationaux de sécurité sont présentés. Le chapitre III analyse les facteurs qui contribuent au danger sur les routes de rase campagne et, en décrivant ces facteurs, met en avant le rôle-clé que jouent les pouvoirs publics en choisissant de mettre en œuvre ou non certaines mesures de sécurité. On présente ensuite une analyse des accidents sur les routes de rase campagne en vue d'identifier les types d'accidents prédominants et les causes générales de ces accidents.

Les chapitres IV, V et VI examinent les options possibles pour améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. Le chapitre IV résume les principales mesures dans le domaine de l'infrastructure routière qui s'avèrent contribuer favorablement à la sécurité des routes de rase campagne. Il passe en revue les nombreuses mesures d'infrastructure destinées à améliorer la sécurité, en particulier celles relatives à l'aménagement du réseau existant. Le chapitre traite également de la

relation entre infrastructure routière et sécurité en général ainsi que de concepts spécifiques en matière de conception des routes pour améliorer la situation au plan de la sécurité sur les routes de rase campagne. Dans le chapitre V, on se penche sur le problème particulièrement ardu du contrôle par la police dans l'environnement des routes de rase campagne. Le chapitre décrit les mécanismes de contrôle et souligne l'importance du contrôle du respect des limites de vitesse, du comportement dans les intersections, de la conduite sous l'empire de l'alcool et d'autres domaines spécifiques qui ont leur importance sur les routes de rase campagne, notamment le rôle important des campagnes de publicité. Le chapitre fournit des exemples d'activités de contrôle et discute en détail les questions de financement, de gestion et de définition des priorités pour le contrôle. Le chapitre VI étudie les technologies STI (Systèmes de Transport Intelligent) qui sont actuellement disponibles et celles qui sont encore dans une phase de développement et qui pourraient être utilisées pour améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. On traite certaines questions qui intéressent tout particulièrement l'utilisation des technologies STI dans un contexte de rase campagne.

Le chapitre VII va au-delà de la prévention des accidents sur les routes de rase campagne pour examiner les mesures curatives liées à la prise en charge des traumatismes. Il aborde les risques spécifiques qui prévalent dans les accidents sur les routes de rase campagne et les problèmes critiques qui s'y attachent. Le chapitre souligne l'importance de la réponse et de la rapidité d'intervention des secours pour les victimes d'accident et suggère des moyens d'améliorer la prise en charge des traumatismes en rase campagne.

Le chapitre VIII s'appuie sur les informations fournies dans les chapitres précédents pour suggérer un cadre stratégique pour traiter les problèmes de sécurité routière en rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE. Il présente une approche fonctionnelle de la prise en compte du réseau routier de rase campagne et présente des arguments pour rationaliser les politiques ayant un lien avec la sécurité routière. On trouve au cœur de ce chapitre une discussion du concept d'intégration des politiques dans les divers sous-domaines de la sécurité routière en rase campagne. On identifie certains éléments critiques pour parvenir à cette intégration des politiques – c'est-à-dire l'organisationnel/institutionnel, le financier, l'information/données – et on décrit leur rôle pour faciliter l'intégration.

Le chapitre IX présente une synthèse des conclusions et recommandations établies dans chacun des chapitres précédents. Entre autres choses, le chapitre fait ressortir les mesures clés pour la sécurité routière en rase campagne et suggère des directions pour les recherches futures, au plan national et international, dans le domaine de la sécurité routière.

Chapitre II

CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA SECURITE ROUTIERE EN RASE CAMPAGNE

II.1. Introduction

Ce chapitre présente un aperçu général des problèmes de sécurité routière sur les routes de rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE. Les informations ont été rassemblées à partir des réponses à un bref questionnaire adressé aux représentants nationaux des pays participants au Groupe d'Experts. On a en outre utilisé des données déjà disponibles auprès d'autres sources qui sont référencées dans le texte. Parmi les sujets couverts figurent : des informations générales relatives au réseau routier de rase campagne, l'utilisation des routes de rase campagne, les types d'accidents ainsi que les caractéristiques et coûts des accidents. Enfin, on présente certains objectifs de sécurité routière au plan national.

Il est important de garder présente à l'esprit la manière dont les données sont présentées tout au long de ce chapitre. L'encadré II.1. contient une description de la méthode de mesure de la sécurité sur les routes et se veut un fondement aux présentations.

Encadré II.1. Comment mesurer la sécurité?

La mesure de la sécurité de la circulation routière n'est pas une tâche aisée. L'indicateur le plus évident d'un manque de sécurité est l'occurrence d'accidents, le nombre de personnes tuées ou blessées, ou le coût des accidents. Toutefois, si on utilise, par exemple, le nombre d'accidents, il est clair que ceux-ci se produisent d'un point de vue statistique relativement rarement. L'analyse statistique des accidents débouche sur une distribution asymétrique appelée distribution de Poisson. Sur une période de temps donnée, dans la plupart des endroits, il ne se produit aucun accident et la plupart des gens ne se trouvent pas impliqués dans un accident. Certains endroits et certaines personnes peuvent être confrontés à un accident sur cette même période, mais il est plutôt rare que les accidents se produisent plus fréquemment. Pour résoudre ce problème, une approche consiste à faire porter l'analyse sur des périodes de temps plus longues. Toutefois la durée ne peut être trop longue car toute une série de facteurs contributifs risquent d'évoluer. Par exemple, on reconstruit des routes, des points noirs sont traités, l'âge des gens et leur comportement au volant changent. Ogden (1996) considère qu'une période de cinq ans permet d'aboutir à des données suffisamment fiables sur l'occurrence des accidents.

Cependant pour juger de la sécurité (ou plus exactement de l'insécurité) il ne suffit pas de se pencher sur les seules statistiques d'accidents. Il faut également tenir compte du nombre de sujets – c'est-à-dire de personnes, de véhicules ou de lieux – qui se trouvent exposés à un certain risque. Ceci signifie que le nombre d'accidents doit être rapporté à un dénominateur qui représente une mesure d'exposition. Les dénominateurs courants sont la taille de la population, le nombre de conducteurs (parfois classés par âge ou par sexe), le nombre de véhicules et le nombre de kilomètres parcourus dans certaines circonstances. On appelle taux ou risque, le nombre d'accidents par ratio d'exposition. Selon le dénominateur utilisé, on fait la distinction (Trinca *et al.*, 1988) entre sécurité de la circulation (mesure d'exposition liée à la route – par exemple véhicules-kilomètres parcourus) et sécurité des personnes (mesure d'exposition liée aux personnes – par exemple population). Hauer (1998) propose une approche actuelle détaillée, utilisant divers moyens, pour mesurer les effets des mesures de sécurité.

II.2. Le réseau routier de rase campagne et son utilisation

La Base Internationale de données sur la Circulation et les Accidents de la Route (BICAR) de l'OCDE gérée par le BAST, l'institut allemand de recherche routière, fournit différents types de données relatives aux réseaux routiers et à la circulation. Bien que les données ne soient pas disponibles pour tous les pays, elles sont comparables et fiables pour tous les pays qui alimentent la base. Les données de la BICAR étant relativement complètes pour l'année 1994, il a été décidé d'effectuer l'analyse sur cette année-là. Le tableau II.1 présente les données relatives à la longueur totale du réseau routier ainsi qu'à la longueur du réseau de rase campagne. Ce tableau montre clairement que les routes de rase campagne constituent une part importante du réseau routier.

Tableau II.1. **Longueur des réseaux urbain, de rase campagne et autoroutier par pays (BICAR, 1994)**
(en milliers de km et en pourcentage)

PAYS	Routes urbaines	Routes de rase campagne	Autoroutes	Ensemble du réseau routier
Allemagne (de l'Ouest)	239.0 (47.1%)	259.1 (51.1%)	9.2 (1.8%)	507 (100%)
Belgique	27.9 (19.6%)	113.0 (79.3%)	1.7 (1.2%)	143 (100%)
Danemark	20.0 (28%)	50.5 (70.9%)	0.8 (1.1%)	71 (100%)
États-Unis	1 287.9 (20.5%)	4 924.3 (78.3%)	73.3 (1.2%)	6286 (100%)
Finlande	22.6 (23.4%)	75.0 (76.6%)	0.4 (0%)	98 (100%)
Hongrie	55.0 (52.1%)	50.4 (47.7%)	0.3 (0.3%)	106 (100%)
Irlande	3.0 (3.3%)	89.3 (96.7)	0.02 (0%)	92 (100%)
Pays-Bas	52.0 (47.7%)	54.9 (50.3%)	2.2 (2.0%)	109 (100%)
Royaume-Uni	163.8 (42.1%)	222.2 (57.1%)	3.3 (0.8%)	389 (100%)
République tchèque	57.4 (50.6%)	55.6 (49.0%)	0.4 (%)	113 (100%)

Source : BICAR (1994).

Pour réaliser une première analyse de la situation en termes de sécurité sur les routes de rase campagne, il importe de connaître non seulement la longueur des routes mais également l'intensité de leur utilisation. Le tableau II.2. indique, pour plusieurs années, les véhicules-kilomètres parcourus sur les routes de rase campagne. Il est clair que le pourcentage de kilomètres parcourus sur les routes de rase campagne a augmenté de manière substantielle sur la période de référence, en supposant que la longueur du réseau routier de rase campagne n'a augmenté que faiblement. Les données présentées indiquent que la tendance à la hausse va vraisemblablement se poursuivre et potentiellement aggraver la situation en matière de sécurité sur les routes de rase campagne, si l'on suppose qu'un plus grand nombre de déplacements sur ces routes conduira à un plus grand nombre d'accidents, à moins que des mesures spécifiques de sécurité ne soient prises.

Tableau II.2. Véhicules-kilomètres parcourus (en millions de km) et pourcentage d'accroissement sur les routes de rase campagne

Pays	Véhicules-kilomètres parcourus			% d'accroissement 1980 - 1995
	1980	1986	1995	
Allemagne (de l'Ouest)	142 600	161 500	215 100	50.8
Autriche	22 299	24 503	36 427*	63.4
Danemark	13 167	15 215	19 656	49.3
États-Unis	859 113	941 251	1 135 851	32.2
Finlande	17 111	22 520	24 559	43.5
Grande Bretagne	108 847	135 197	167 314	53.7
Irlande	16 086	17 301	25 338	57.5
Pays-Bas	29 462	30 893	38 117	29.4
Suisse	16 620	18 480	22 750	36.4

* chiffre pour 1994

Source : BICAR.

II.3. Les limites de vitesse et les vitesses pratiquées

Certains pays ont clairement démontré que la vitesse était un facteur majeur d'accident (ETSC, 1995). Par exemple, en Australie, on estime que la vitesse est un facteur contributif dans 29% de tous les accidents en rase campagne (FORS, 1996a). Bien que l'impact de la vitesse sur la sécurité routière soit au cœur d'un débat passionné, il ne fait aucun doute qu'une vitesse élevée est un facteur qui contribue à la gravité d'un accident. Ainsi, tous les pays ont pris des mesures pour imposer des limitations de vitesse en fonction des caractéristiques des routes. Les limites de vitesse en vigueur sur les routes de rase campagne sont indiquées dans le tableau II.3. Certaines études ont cherché à quantifier la relation entre vitesse et risque d'accident. Finch *et al.*, (1994) ont trouvé qu'une augmentation de la vitesse de 1 km/h conduisait à une augmentation de 3% du nombre d'accidents avec blessés — soit une augmentation de 5% pour un mile par heure supplémentaire. Nilsson (1981) a développé un modèle permettant de conduire des analyses avant/après liées aux modifications de la vitesse. Le modèle a montré que le risque d'être tué augmentait proportionnellement à la puissance quatrième de la vitesse, le risque d'être gravement blessé augmentait proportionnellement au cube de la vitesse, et le risque d'être légèrement blessé augmentait proportionnellement au carré de la vitesse. Toutefois, le niveau de la vitesse n'est pas le seul paramètre déterminant. Il faut également tenir compte de la dispersion des vitesses, notamment pour certains types d'accidents.

La vitesse effectivement pratiquée par les véhicules sur une route ne coïncide que rarement avec la limite de vitesse. Ceci s'explique par le fait que la vitesse pratiquée est influencée par la fonction de la route, la longueur du trajet, le conducteur ainsi que les caractéristiques du véhicule et de la voie. Aussi est-il difficile de fixer une limite de vitesse car elle doit intégrer un certain degré d'acceptation par l'utilisateur ainsi que sa perception de la crédibilité de la limite. Si une limite de vitesse n'est pas conforme aux attentes des usagers et s'il n'y a pas de contrôle, la vitesse pratiquée va s'écarter considérablement de cette limite. Aux États-Unis, par exemple, la vitesse moyenne sur les routes de rase campagne (87 km/h) dépasse de 7 km/h la vitesse limite. De la même façon en France la vitesse moyenne sur les routes de rase campagne (93 km/h) dépasse de 3 km/h la vitesse autorisée. Au Danemark, la vitesse moyenne sur les routes de rase campagne est d'environ 89 km/h, alors que la vitesse limite est inférieure à 80 km/h (Commission Européenne, 1997). Enfin, au Canada, la vitesse moyenne sur les routes de rase campagne est de 90 km/h, soit 10 km/h au-dessus de la vitesse autorisée.

Tableau II.3. Limites de vitesse (en km/h) par pays et type de route

Pays	Routes principales ou nationales	Routes secondaires ou régionales
Allemagne	100	100
Autriche	100	100
Belgique	90	90
Canada	90	80
Danemark	90	80
Espagne	100	90
États-Unis	90 (en général)	80 (en général)
Finlande	100	80
France	110	90
Hongrie	80 (autoroutes) / 100 semi-autoroutes	80
Irlande	96.5	60
Italie	110	90
Japon	60	60
Pays-Bas	100	80
Portugal	100	90
République tchèque	90	90
Royaume-Uni	96	96
Suède	110	70
Suisse	80	80

Source : SARTRE, 1998.

Il est toutefois important de noter que la vitesse moyenne ne permet pas de tout expliquer. Par exemple, si les vitesses des véhicules circulant sur une route de rase campagne sont très dispersées, la fréquence des dépassements et autres manœuvres est plus élevée ce qui augmente le risque d'accident. En outre, de nombreux pays mentionnent qu'un pourcentage important de conducteurs dépasse la limite de vitesse, certains d'entre eux la dépassant de beaucoup. Par exemple le Projet MASTER (4ème Programme cadre de l'Union Européenne) indique que : 47% des voitures au Royaume Uni dépassent les limitations de vitesse sur les routes de rase campagne à chaussées séparées ; en Suède, 75% des usagers de la route dépassent les limitations de vitesse ; 5.5% des voitures dépassent la limite de 90 km/h au Portugal. En outre, la vitesse excessive des véhicules lourds pose un problème particulier. Au Royaume Uni, par exemple, on a relevé que 77% des camions rigides/articulés à cinq essieux dépassent la vitesse autorisée sur les routes de rase campagne à chaussée unique, et 92% dépassent la limite sur les routes de rase campagne à deux chaussées (Commission Européenne, 1997).

Un autre élément important de la sécurité routière en rase campagne est l'inadaptation de la vitesse (ETSC, 1995). Plus précisément, même s'il existe une limite de vitesse fixée en fonction des conditions rencontrées sur une section moyenne du réseau, elle peut parfois correspondre à une vitesse inadaptée parce qu'elle ne prend pas pleinement en compte les risques rencontrés en des endroits spécifiques le long de la route. Par exemple, en cas de visibilité insuffisante, lorsque la courbure des virages ou d'autres dangers présents sur les routes de rase campagne augmentent le risque, une personne qui roule à la vitesse autorisée, ou en dessous, peut, en fait, avoir une vitesse inadaptée lorsqu'elle se trouve confrontée au danger. Même si elle ne commet pas d'excès de vitesse, sa vitesse

peut ne pas être adaptée aux conditions qu'elle rencontre momentanément sur la route. L'adéquation de la vitesse est donc une question importante pour la sécurité routière en rase campagne.

Les progrès considérables en matière de sécurité secondaire des véhicules à moteur, la minimisation des blessures due au port de la ceinture de la sécurité et l'amélioration globale de la qualité des infrastructures ont peut-être induit chez les usagers une meilleure tolérance aux niveaux élevés de vitesse. En raison de ce risque potentiel, les limitations de vitesse et le système de "surveillance-répression" qui doit les accompagner se révèlent des mesures encore particulièrement efficaces dans la plupart des pays. Toutefois, les limitations de vitesse et les contrôles ne tiennent pas compte du comportement du conducteur sur les routes de rase campagne pendant de mauvaises conditions météorologiques ou autres. En particulier, même si le conducteur réduit sa vitesse, cette réduction de vitesse peut s'avérer insuffisante dans ces conditions. Par conséquent, il peut arriver que la vitesse moyenne soit réduite, mais que le risque d'accident soit plus grand. Ceci est un problème caractéristique des routes de rase campagne.

II.4. Accidents et tués

Lorsqu'on mesure la sécurité routière et l'impact des accidents, un certain nombre de facteurs peuvent être pris en compte pour déterminer la portée du problème. Par exemple, en laissant provisoirement de côté les facteurs d'exposition, on peut utiliser le nombre d'accidents, le nombre total de blessés, le nombre de blessés graves ou le nombre de tués. Afin d'assurer la cohérence et la concision de l'analyse du problème de sécurité routière en rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE, on utilisera dans ce rapport le nombre de tués (décès) comme la mesure élémentaire de comparaison. Ce choix est particulièrement pertinent car les énormes différences dans les procédures de recueil entre les différents pays font qu'on ne peut raisonnablement comparer la sécurité sur les routes de rase campagne que sur la base du nombre de tués plutôt qu'à l'aide d'autres mesures comme les dommages corporels ou matériels. Ceci reflète le problème du manque de bonnes données — y compris les données d'exposition — qui pourraient être générées si les membres de la BICAR établissaient des exigences stratégiques en matière de données routières qui identifieraient les données à recueillir au niveau international à des fins de comparaison. Il faut remarquer qu'utiliser les décès comme l'unique mesure ne fournit pas une estimation complète des coûts sociaux et économiques associés aux accidents en rase campagne. Ils offrent toutefois une manière pratique et compréhensible d'étudier le problème et son ampleur pour de nombreux pays.

Les statistiques officielles du nombre de tués de différents pays peuvent ne pas être directement comparables car les délais spécifiés pour imputer un décès à un accident sont différents. Par exemple, dans la province canadienne du Québec, pour être comptabilisée comme un décès dû à un accident de la route, la mort doit survenir dans la semaine suivant l'accident, alors que dans toutes les autres provinces et territoires ce délai est de 30 jours. Les données de la BICAR sont, elles, comparables car les corrections appropriées ont été apportées pour tenir compte de ces problèmes. Pour reprendre l'exemple du Canada, les données concernent l'ensemble du Canada et peuvent être comparées aux données des autres pays car elles ont été corrigées. Le tableau II.5 montre, par pays, le nombre de tués sur les routes de rase campagne.

Tableau II.4. Nombre de tués sur les routes de rase campagne
(en 1995 sauf indication contraire)

Pays	Nombre de tués sur les routes de rase campagne	Nombre de tués	% de tués sur les routes de rase campagne
Allemagne	6 041	9 454	64
Australie (1992)	908	1 981	46
Autriche	737	1 210	61
Belgique	831	1 449	57
Canada	1 776	3 347	53
Danemark (1994)	326	546	60
Espagne	4 354	5 751	76
États-Unis	21 246	41 798	51
Finlande	287	441	65
France	5 474	8 891	62
Hongrie	869	1 589	55
Irlande	304	437	70
Italie	3 421	7 033	49
Luxembourg (1994)	43	74	58
Nouvelle-Zélande	392	581	67
Pays-Bas	739	1 334	55
Portugal	1 378	2 711	51
République tchèque	812	1 588	51
Royaume-Uni	2 037	3 765	54
Suède	360	572	63
Suisse	361	692	52

Source : BICAR.

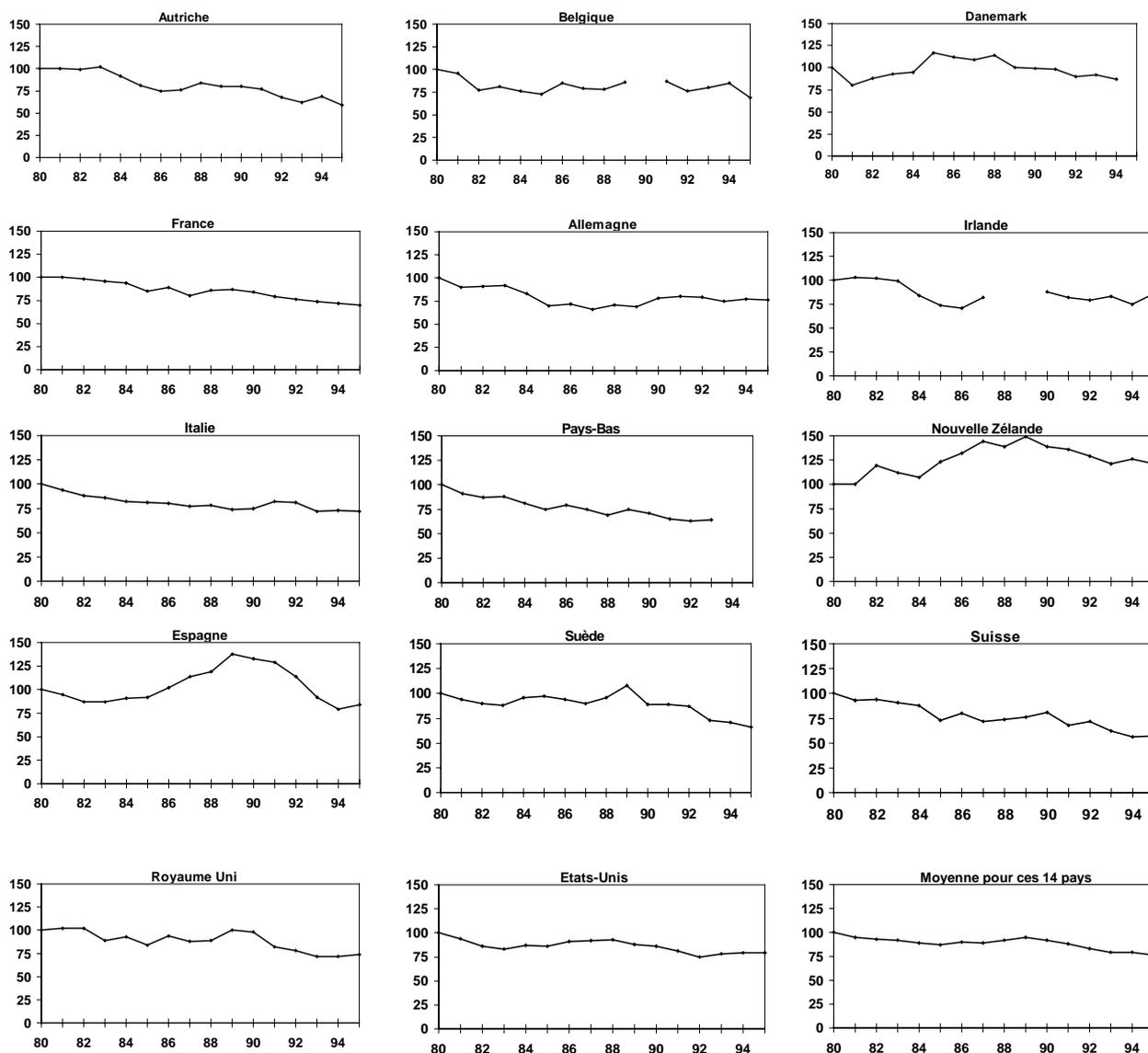
Pour se faire une idée complète du problème dans les pays de l'OCDE, il est nécessaire de compléter le tableau II.4. par des données relatives aux pays de l'OCDE pour lesquels on ne dispose pas d'informations complètes provenant de la BICAR. Le tableau II.5 a par conséquent été développé à partir des données de l'IRF (International Road Federation) et de la BICAR sur le nombre total de tués. Pour obtenir à partir de ces données une estimation raisonnable du nombre de tués sur les routes de rase campagne, on a supposé que 50% des décès intervenaient sur ces routes. **Ces tableaux permettent d'estimer que plus de 75 000 personnes sont tuées chaque année sur les routes de rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE.**

Table II.5. Nombre de tués sur les routes de rase campagne (en 1995 sauf indication contraire)

Pays	Nombre de tués sur les routes de rase campagne	Nombre total de tués	% de tués sur les routes de rase campagne
Corée	5 162	10 323	50
Grèce	1 174	3 249	50
Islande	12	24	50
Japon	6 335	12 670	50
Mexique	2 626	5 252	50
Norvège	153	305	50
Pologne	3 450	6 900	50
Turquie	4 197	8 394	50

Source : IRF et BICAR.

Figure II.1. Évolution de l'indice du nombre de tués dans des accidents sur des routes de rase campagne entre 1980 et 1995 (base 100 en 1980)

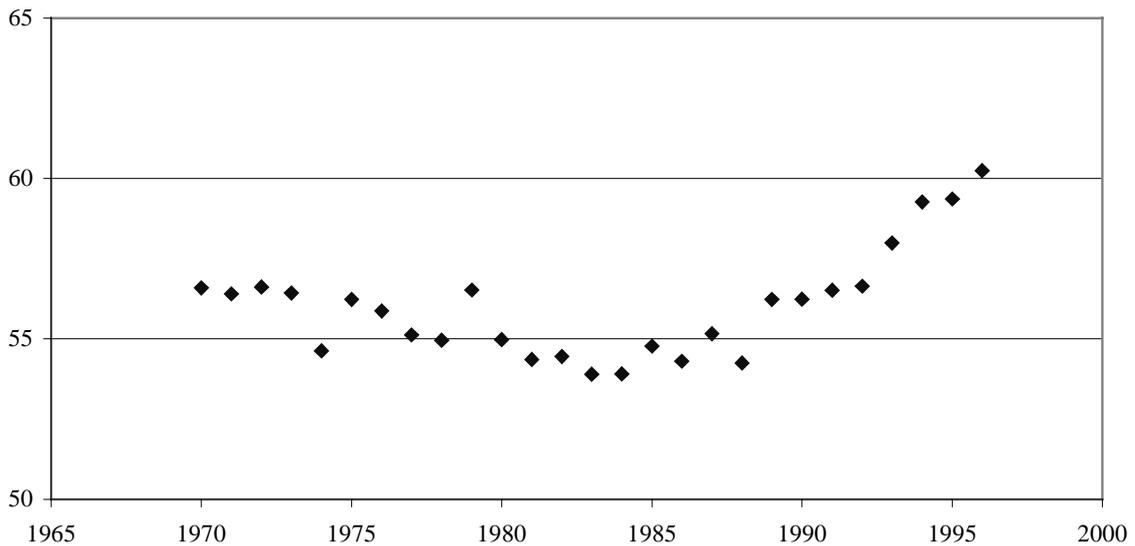


* Une interruption dans les courbes indique que les données n'étaient pas disponibles pour l'année en question.

Source : BICAR.

La figure II.1. montre que, pour la plupart des pays, il y a eu une diminution du nombre de tués sur les routes de rase campagne. Toutefois, en examinant cette figure, on peut se demander si l'amélioration de la sécurité routière sur les routes de rase campagne s'est produite au même rythme que sur les autres types de routes. La figure II.2. représente le pourcentage moyen du nombre de tués sur les routes de rase campagne par rapport au nombre total de tués pour 24 pays. Les données n'étant pas disponibles pour toutes les années entre 1970 et 1996 pour tous les pays, les moyennes peuvent présenter des variations aléatoires. Cependant, il apparaît clairement que depuis la fin des années 80 il y a eu une augmentation assez spectaculaire de l'importance relative du problème de la sécurité sur les routes de rase campagne comparée aux autoroutes et voies urbaines. Cette évolution peut s'expliquer en partie par le succès des mesures de sécurité dans les zones urbaines et sur les autoroutes.

Figure II.2. Proportion du nombre de tués sur les routes de rase campagne entre 1965 et 1996



Source : BICAR.

Le tableau II.6. indique le risque d'être tué par milliard de véhicules-kilomètres parcourus sur des routes de rase campagne. A des fins de comparaison, ce même indicateur a également été calculé pour les voies urbaines et les autoroutes.

Il est clair qu'il est beaucoup plus dangereux de conduire sur les routes de rase campagne que sur autoroute. Dans la plupart des pays, c'est même plus dangereux que de conduire en ville. Les principales raisons qui expliquent la meilleure sécurité des autoroutes sont la séparation physique des flux de circulation opposés, un minimum de deux voies qui permet une conduite sûre, une meilleure conception des intersections, des obstacles plus larges et plus plats, des bas-côtés dégagés ainsi que des restrictions d'accès. Sur les autoroutes ne sont autorisés que les véhicules à moteur avec une certaine puissance. Sur la plupart des routes de rase campagne aucune restriction d'accès ne s'applique si bien que différents types de moyens de transport prennent place sur la même route. Aussi trouve-t-on des véhicules de masse et de vulnérabilité très différentes qui se déplacent à des vitesses différentes dans différentes directions et qui doivent trouver le moyen de s'accommoder les uns des autres. Cette situation rend la circulation beaucoup plus complexe que sur les autoroutes et les conducteurs doivent être préparés à rencontrer des usagers de la route et des comportements beaucoup plus variés. Ceci explique la plus grande diversité de types d'accidents rencontrés sur les routes de rase campagne.

Tableau II.6. **Risque d'être tué par milliard de véhicules-kilomètres parcourus sur différents types de route et par pays (en 1992, sauf indication contraire)**

PAYS	Routes de rase campagne	Voies urbaines	Autoroutes
Allemagne (Ouest)	21.45	13.07	5.76
Autriche	24.78	27.29	15.52
Danemark	21.79	12.62	2.52
États-Unis	18.52	8.20	5.28
Finlande	16.58	11.62	4.82
Irlande	13.13	27.79	4.83
Japon (1994)	15.17	18.39	6.25
Pays-Bas	18.22	16.58	3.54
Royaume-Uni	12.27	10.65	3.85
Suisse	20.69	14.06	6.07

Source : BICAR.

Comme il est courant de décrire les accidents en fonction de leur type, la classification de ces accidents doit être homogène pour permettre des comparaisons entre pays. Mais les classifications varient fortement. Dans certains pays, elles se fondent sur les manœuvres de conduite, dans d'autres par l'objet de la collision. La plupart du temps, c'est une combinaison des deux qui est utilisée. Lorsqu'on essaye de mettre en relation ces différentes classifications, il ressort que les accidents impliquant d'autres véhicules à moteur se comparent relativement bien alors que les collisions qui impliquent des piétons ou des animaux ne sont qu'en partie comparables d'un pays à l'autre. Le tableau II.7. indique, à titre d'illustration, les types d'accidents les plus fréquents dans quatre pays.

Tableau II.7. **Pourcentage des accidents mortels en rase campagne par type d'accident et par pays**

Type d'accident par pays	France (1996)	Suisse (1992-1996)	Hongrie (1996)	Danemark (1991-1995)
Collision : choc avant	20.5	16.4	31.0	26.0
Collision : choc arrière	6.4	2.6	12.7	9
Collision : intersection/autre	18.0	20.9	8.3 (uniquement collisions dans les intersections)	27 (collision latérale ou en biais)
Collision n'impliquant qu'un seul véhicule	39.5 (y compris les collisions avec un animal)	50.8	23.4	25.0
Collision avec un piéton	6.2	5.9	21.6	11
Collision avec un animal	(voir ci-dessus)	3.4	0.2	2 (+ autre)

Source : diverses sources nationales.

Si les pourcentages varient quelque peu, on constate que les accidents n'impliquant qu'un seul véhicule (35% en moyenne) et les collisions frontales (25% en moyenne) constituent les types d'accidents mortels les plus fréquents. Les collisions autres que frontales, qui se produisent

généralement à des intersections, correspondent également à une proportion considérable (20% en moyenne) des accidents sur les routes de rase campagne. Ces données montrent que ces trois types d'accidents représentent globalement 80% de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne.

Encadré II.2. Types d'accidents et intensité de la circulation : l'exemple de la Finlande

Les résultats d'une analyse effectuée sur les données d'accidents par type de route en Finlande (voir tableau II.8) permettent d'inférer que le pourcentage relatif des différents types d'accidents varie selon l'intensité de la circulation, c'est-à-dire le débit journalier moyen. La proportion d'accidents impliquant des usagers de la route vulnérables augmente lorsque le débit journalier moyen diminue. Par contre, les collisions frontales augmentent lorsque le débit augmente. Un autre résultat est la réduction du risque de sortie de route lorsque le débit journalier moyen augmente.

Tableau II.8. Pourcentage d'accidents impliquant des dommages corporels ou un décès par type de route (1992 à 1996)

Catégorie Accident	Chaussées à deux voies (sauf autoroutes)	Routes à deux voies				
		Semi-autoroutes	Routes principales DJM>6000	Routes principales DJM<6000	Autres routes DJM>1500	Autres routes DJM<1500
Véhicule isolé	17.3	35.9	20.8	30.5	30.1	44.6
Intersection	60.3	11.1	38.8	27.3	30.1	15.4
Dépassement	6.4	6.4	4.6	3.8	4.2	1.9
Choc frontal	1.7	27.8	14.8	13.3	10.5	10.2
Usager vulnérable	8.1	3.6	11.9	13.4	20.6	20.7
Animal	0.2	8.5	6.4	8.8	3.6	4.2
Autre	6.1	8.5	3.6	2.5	3.0	3.4

Source : Finnish National Road Administration.

II. 5. Coûts socio-économiques

Comme on l'a déjà mentionné, il est difficile de faire une comparaison significative pays par pays du nombre d'accidents n'ayant pour conséquence que des dommages corporels ou matériels. Selon des recherches internationales, les éléments suivants rentrent dans le calcul des coûts des accidents de la route : les coûts médicaux, les coûts liés au manque de capacité productive, les coûts liés à la dégradation des biens, les coûts administratifs et l'évaluation de la baisse de la qualité de la vie (perte du bien-être due aux accidents). Pour les quatre premiers éléments, on peut calculer les coûts qui peuvent être considérés comme des purs coûts économiques. Ceci n'est évidemment pas le cas de l'évaluation de la diminution de la qualité de vie. Pour cet élément, l'approche de "la propension à payer" est considérée comme la mesure la plus utile pour estimer ce coût, et a été utilisée récemment par la Commission Européenne (1995) dans son livre vert "Vers une tarification équitable et efficace dans les transports".

L'ETSC (European Transport Safety Council – Conseil Européen pour la Sécurité des Transports) a calculé les coûts socio-économiques globaux liés aux décès, blessés graves et légers des accidents de la route. Ils sont parvenus à un coût total de 90 milliards d'euros pour les pays de l'Union Européenne. En supposant que 50% de cette somme est attribuable aux accidents sur les routes de rase campagne, on conclut que le coût des accidents sur les routes de rase campagne des pays de l'Union Européenne s'élève à 45 milliards d'euros. Étant donné, que l'Union Européenne ne comptabilise que 37.6% du nombre total de tués sur les routes de rase campagne des pays Membres de l'OCDE, on

doit multiplier ce chiffre par un facteur de 2.66 pour obtenir une estimation du coût des accidents sur les routes de rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE, ce qui nous donne une valeur de 120 milliards d'euros.

On peut donc estimer à environ 120 milliards d'euros (USD 135 milliards) les coûts annuels des accidents sur les routes de rase campagne des pays Membres de l'OCDE, chiffre qui pourrait en réalité être plus élevé.

II. 6. Politique de sécurité

Dans les pays enquêtés, la sécurité routière en rase campagne ne figure pas spécifiquement parmi les grandes cibles de sécurité nationale. Dans la plupart des cas, les pays fixent des cibles générales en termes de réduction du nombre de tués et/ou de blessés ou d'autres facteurs. Un rapport (OCDE, 1994) sur les programmes ciblés de sécurité routière a montré qu'il est largement fait appel à des objectifs très généraux. Tous ces objectifs ne sont pas quantifiés. Dans la plupart des pays ayant mentionné des objectifs de sécurité, ceux-ci visaient le nombre et la gravité des blessures. Si l'on regarde les objectifs désagrégés on voit qu'ils concernent :

- certains groupes d'usagers de la route (jeunes conducteurs, enfants, personnes âgées, piétons ou cyclistes) ;
- certaines tranches d'âge (enfants, personnes âgées) ;
- certains comportements (port de la ceinture de sécurité, conduite en état d'ébriété, excès de vitesse).

Il est rare que les programmes soient ciblés sur des problèmes d'accidents spécifiques, points noirs ou sites donnés sur la route. Seule l'Australie fait spécifiquement mention des accidents en rase campagne (FORS, 1996b). En Finlande, on réunit tous les trois ans un Comité Consultatif chargé de passer en revue les cibles en matière de sécurité routière (Toivonen, 1998). Les dernières recommandations datent de novembre 1996. Cinq grands domaines d'activité ont été retenus :

- ralentir la croissance du trafic ;
- améliorer la sécurité routière dans les zones bâties ;
- améliorer l'interaction entre les usagers de la route ;
- réduire la fréquence de la conduite sous l'empire de l'alcool ;
- diminuer le nombre des accidents avec sortie de route et celui des collisions frontales et réduire la gravité de leurs conséquences .

Le dernier point vise en particulier la sécurité en zone rurale. L'intention est de diminuer le nombre d'accidents pour les deux types les plus fréquents et de réduire la gravité des blessures par les actions suivantes :

- améliorer l'entretien hivernal des routes afin de prévenir les collisions frontales ;
- augmenter la vigilance du conducteur grâce à la signalisation afin de prévenir les sorties de route ;
- adoucir l'environnement immédiat de la route pour réduire les conséquences d'un choc ;

- mettre en place de nouveaux types de routes pour prévenir les collisions frontales, par exemple un rail de sécurité central couplé à un système de voie de dépassement ou un rail de sécurité central couplé à une route à 4 voies étroites. Ces deux types de routes sont plus sûrs que les routes à deux voies et moins chères que les autoroutes.

Le ministère des transports des États-Unis a élaboré un plan stratégique pour les années 1997 à 2002 (US DOT, 1997). L'objectif stratégique est de "Promouvoir la santé et la sécurité du public en s'efforçant d'éliminer le nombre de victimes, dommages corporels et dommages matériels liés aux transports". L'objectif final est de réduire le nombre de tués liés aux transports ainsi que le nombre et la gravité des blessures. Pour parvenir à cet objectif, la FHWA s'est fixée comme but de réduire de 20% en dix ans le nombre de décès et de blessés dus aux accidents de la route (FHWA, 1998). Plusieurs autres objectifs spécifiques sont mentionnés dans le plan mais aucun d'entre eux ne vise spécifiquement les routes de rase campagne. Toutefois, le ministère des transports développe actuellement une initiative sur la sécurité des transports en rase campagne.

En outre, l'Association américaine AASHTO a adopté un Plan stratégique pour la sécurité routière qui comprend 92 stratégies et 22 zones prioritaires (AASHTO, 1998). Le Plan a pour objectif de réduire le nombre de tués de 5 000 à 7 000 par an jusqu'à l'an 2004. Le Plan ne vise pas les routes de rase campagne en particulier, bien que nombreuses des recommandations concerneront clairement les problèmes de sécurité sur ces routes.

Au Danemark, la Direction des Routes a fait des propositions relatives aux mesures les plus importantes pour améliorer la sécurité routière en rase campagne. On peut notamment citer :

- des mesures de réduction de la vitesse ;
- l'aménagement des accotements le long des routes ;
- des mesures destinées à améliorer la perception des courbes ;
- une distance plus importante entre la bande de roulement et les obstacles en bordure de voie ;
- des mesures destinées à empêcher les dépassements sur des portions de route où la visibilité est insuffisante.

Dans la partie francophone de la Belgique, on a retenu une approche plus générale de la sécurité routière en rase campagne. On cherche, par le biais d'un plan de mobilité locale, à satisfaire les besoins de mobilité de la population rurale en améliorant le système de transport en commun, réduisant ainsi l'exposition et le nombre de tués.

II. 7. Conclusion

Plus de 75 000 personnes sont tuées chaque année sur les routes de rase campagne des pays Membres de l'OCDE. Le risque d'être impliqué dans un accident mortel de la circulation est généralement plus élevé en rase campagne qu'en zone urbaine. Toutefois, comme le réseau routier de rase campagne est très étendu, les accidents et décès sont dispersés sur une vaste superficie. Par conséquent, l'analyse et le traitement de la sécurité routière en rase campagne constituent une tâche très complexe et difficile. En outre, les accidents sur les routes de rase campagne sont généralement plus graves — en termes du nombre de personnes tuées ou blessées — que sur les autres routes. Les accidents étant plus graves, il s'ensuit naturellement que leurs coûts sont plus élevés.

La conduite sur les routes de rase campagne pose ses propres problèmes de sécurité routière. Le risque de se trouver impliqué dans un accident mortel est généralement plus élevé sur les routes de rase campagne qu'en zone urbaine. L'importance relative du problème ne fait que croître. Bien que sur les routes de rase campagne — comme sur tous les autres types de routes — le nombre absolu de tués diminue, la proportion d'accidents mortels se produisant sur des routes de rase campagne par rapport au nombre total d'accidents mortels augmente à un rythme spectaculaire depuis la fin des années 80. Cette augmentation se situe à un niveau de presque 1 pour par an. Entre 1988 et 1996, ce pourcentage est passé de 54 à 60%. Il semble que les indéniables progrès réalisés en matière de sécurité routière au cours de la dernière décennie ont plus touché les grands axes et les zones urbaines que les routes de rase campagne.

On peut en outre tirer les conclusions suivantes des informations réunies dans le présent chapitre :

- les routes de rase campagne correspondent à une partie considérable du réseau routier, plus de 50% en général ;
- elles sont plutôt moins fréquentées que les autres routes. Néanmoins, une proportion élevée des accidents mortels se produit sur ces routes, c'est-à-dire qu'on y rencontre des risques élevés ;
- trois types d'accidents correspondent à près de 80% de l'ensemble des accidents : accident n'impliquant qu'un véhicule (sortie de route), choc frontal et collisions aux intersections ;
- le coût total des accidents sur les routes de rase campagne s'élève annuellement à plus de USD 135 milliards (120 milliards d'euros) dans les pays Membres de l'OCDE.

Une proportion élevée des usagers des routes de rase campagne roule vite, c'est-à-dire au-dessus de la vitesse autorisée ou à une vitesse inadaptée. Cette situation, couplée avec un manque de sécurité inhérent dans la conception de la plupart des routes de rase campagne et de leurs abords conduit à des accidents qui sont en général plus graves que ceux se produisant en zone urbaine ou sur les autoroutes. En plus de ce problème, les différentiels de vitesse ajoutent un élément de risque pour tous les usagers des routes de rase campagne. Sur la base de toutes ces considérations, on peut dire que les facteurs liés à la vitesse sont des éléments clés à prendre en compte pour traiter de la sécurité des routes de rase campagne.

Au vu de ces résultats, il est surprenant de constater que peu de pays disposent de programmes de sécurité routière qui ciblent le comportement du conducteur sur les routes de rase campagne. Si, dans certains pays, on voit émerger des politiques pour la rase campagne dans les programmes de sécurité routière, dans la grande majorité des cas, les politiques de sécurité routière en rase campagne sont enfouies dans les objectifs et programmes de sécurité pour les zones urbaines, les autoroutes ou au plan national. Entre autres points, il s'agit d'un domaine qui mérite une attention explicite si l'on veut réduire l'énorme tribut de vies, de souffrances et économique dû aux accidents sur les routes de rase campagne dans les pays Membres de l'OCDE.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLENBACH, R. and SCARAMUZZA, G. (1998), "General Characteristics of Rural Road Safety in Switzerland", personal communication.
- BARKER, J, FARMER, S. and NICHOLLS, D. (1998), "Injury Accidents on Rural Single Carriageway Roads, 1994-95: An Analysis of STATS19 (UK) Data", *TRL Report 304*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- BICAR (1997), OCDE – Base de données internationale sur la circulation et les accidents de la route, *IRTAD PC User's Guide*, BASt, Bergisch Gladbach.
- COMMISSION EUROPEENNE (1995), *Vers une tarification équitable et efficace dans les transports. Options en matière d'internalisation des coûts externes des transports dans l'Union européenne*, COM(95) 691 final, Bruxelles.
- EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL (1997), *Transport Accidents Costs and the Value of Safety*, ETSC, Brussels.
- EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL (1995), *Reducing Traffic Injuries from Excess and Inappropriate Speed*, ETSC, Brussels.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1994), *Technical Advisory T 7570.2*, FHWA, Washington, D.C.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1998), "Business Plan 1998-1999", *Safety by Design*, Office of Highway Safety, FHWA, Washington, D.C.
- FINCH, D., KOMPFFNER, P., LOCKWOOD, C. and MAYCOCK, G. (1994), "Speed, Speed Limits and Accidents", *TRL Report 58*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- FORS (1996a), "Driving in Unfamiliar Surroundings", *Monograph 5, 1996*, Federal Office of Road Safety, Canberra.
- FORS (1996b), "Australia's Rural Road Safety Action Plan", *Monograph 9, 1996*, Federal Office of Road Safety, Canberra.
- HAUER, E. (1998), *Observational Before-After Studies in Road Safety: Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety*, Pergamon (Elsevier), New York.
- INTERNATIONAL ROAD FEDERATION (1996), *World Road Statistics 1991-1995*, IRF, Genève.

- NILSSON, G. (1981), "The Effects of Speed Limits on Traffic Accidents" in *Proceedings of the OECD Symposium on the Effects of Speed Limits on Traffic Accidents and Transport Energy Use*, Dublin.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIERE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1994), *Programmes ciblés de sécurité routière*, OCDE, Paris.
- OGDEN, K.W (1996), *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*, Aldershot: Avebury Technical.
- OSTENSEN, A.G. (1997), "General Characteristics of Rural Road Safety in the United States", personal communication.
- PELCKMANS, J. (1998), "General Characteristics of Rural Road Safety in Belgium", personal communication.
- RUYTERS, H.G. J.C. M., SLOP, M. and WEGMAN, F.C.M. (1994), *Safety Effects of Road Design Standards*, SWOV, Leidschendam.
- SANDERSON, R.W. and ROBBINS, G. (1997), "General Characteristics of Rural Road Safety in Canada", Personal Communication.
- SARTRE (1998), *The Attitude and Behaviour of European Car Drivers to Road Safety*. SARTRE 2 Reports, Part 1, report on principal results, SWOV, Leidschendam.
- SPOUSTA, J. (1997), "General Characteristics of Rural Road Safety in the Czech Republic", personal communication.
- TOIVONEN, S. (1998), *Safety Problems of Rural Roads*, Finnish National Road Administration (Finnra), Helsinki.
- TRINCA, G., JOHNSTON, I., CAMPBELL, B., HAIGHT, F., KNIGHT, P., MACKAY, M., MCLEAN, J. and PETRUCELLI, E. (1988), *Reducing Traffic Injury – A Global Challenge*, Royal Australasian College of Surgeons, Sydney.
- US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION (1997), *Strategic Plan 1997-2002*, Washington, D.C.
- WEGMAN, F.C.M. and VAN SCHAGEN, I. (1997), "General Characteristics of Rural Road Safety in the Netherlands", personal communication.

Chapitre III

FACTEURS CONTRIBUANT AUX ACCIDENTS SUR LES ROUTES DE RASE CAMPAGNE

III.1. Introduction

Ce chapitre présente d'abord un aperçu général relatif à la nature des accidents en général puis propose un examen des facteurs spécifiques qui peuvent contribuer au processus des trois principaux types d'accidents — c'est-à-dire collisions n'impliquant qu'un seul véhicule ou sortie de route ; collisions frontales ; et collisions aux intersections. En s'appuyant sur les connaissances relatives à la manière dont ces facteurs peuvent individuellement ou collectivement contribuer à un accident, les pouvoirs publics sont mieux à même de comprendre le rôle-clé qu'ils ont à tenir pour améliorer la situation en matière de sécurité par le biais des mesures qu'ils mettent ou non en œuvre. Par l'intermédiaire de leur action, ou de leur inaction, les pouvoirs publics peuvent avoir un impact sur :

- les opinions et le comportement des usagers de la route ;
- l'état du réseau et des équipements associés ;
- les normes d'aménagement des routes ;
- le respect des lois ; et
- l'organisation des services d'urgence.

Une connaissance précise des mécanismes d'accident et des nombreux facteurs impliqués permettra d'obtenir des orientations quant aux mesures de prévention qui seront les plus efficaces pour agir sur les éléments énumérés ci-dessus. On pourra ensuite mieux planifier et concevoir les routes dans le sens de la sécurité. Il reste d'importants progrès à accomplir à cet égard, et tout particulièrement sur les routes à faible débit, et le chapitre constitue un bon point de départ pour améliorer les décisions relatives à la sécurité.

III.2. Examen de la nature systémique d'un accident

Comme dans n'importe quelle approche visant à l'amélioration de la sécurité routière, les processus qui débouchent sur des accidents en milieu rural doivent être examinés afin d'identifier les problèmes de sécurité spécifiques à ces zones. Les méthodes d'analyse détaillée des accidents sont maintenant bien connues. Elles se décomposent en plusieurs phases : la situation avant l'accident ; la situation de prise de conscience/réaction à l'urgence ; la situation de choc/impact ; et la situation post-accident. Ces méthodes ont démontré qu'un accident est la conséquence d'un ou plusieurs dysfonctionnements dans un système complexe composé du conducteur, du véhicule et de l'environnement routier (OCDE, 1984).

Les recherches ont montré qu'il existe des dysfonctionnements comme la conduite en état d'ébriété, le défaut de port de la ceinture de sécurité, les pneumatiques usagés, le manque de visibilité, la vitesse excessive ou inadaptée et autres. Une accumulation de ces dysfonctionnements conduit à des risques d'accidents plus élevés. Néanmoins, la mise en œuvre de mesures de prévention efficaces requiert en général une connaissance plus approfondie de tous les dysfonctionnements possibles en relation avec l'environnement dans lequel l'accident se produit – par exemple routes en milieu urbain ou rural- et en relation avec les types de routes – par exemple autoroutes, routes à grande circulation, petites routes.

Un certain nombre de recherches ont été entreprises pour apprécier l'importance relative de chacune des trois familles de facteurs de danger, qui sont :

- le conducteur ;
- l'environnement routier ; et
- le véhicule.

De nombreux éléments d'incertitude peuvent affecter les résultats de cette recherche et la variété des réglementations en vigueur relatives au transport routier ou des méthodologies de recherche est susceptible de rendre délicates les comparaisons d'un pays à l'autre. Cependant, d'une manière générale, des résultats de recherches conduites aux États-Unis et au Royaume-Uni ont permis de conclure que 95% des accidents sont dus à une erreur humaine (c'est-à-dire observation, prise de décision et réponse), 30% des accidents résultent de défauts dans la conception de la route et 10% sont le résultat de défaillances mécaniques (Rumar, 1985).

Ainsi, quel que soit l'environnement, les mesures de prévention optimales doivent être recherchées par le biais d'une série d'étapes pour agir contre les processus qui débouchent sur des accidents fréquents et graves. Les étapes à suivre consistent à améliorer le comportement du conducteur, à améliorer l'état du véhicule et à améliorer la qualité de la route. En outre, dans la recherche en matière de sécurité routière, on n'évalue pas toujours comme il convient l'impact des services d'alerte et d'appel d'urgence sur la gravité des accidents. Néanmoins, cet aspect ne doit pas être négligé en rase campagne.

Le reste du chapitre identifie les principaux facteurs d'accident liés au conducteur, à l'environnement routier et au véhicule et les replace dans le contexte des zones de rase campagne.

III.3. Le conducteur

Comme souligné dans la partie précédente, le comportement du conducteur constitue un facteur prédominant dans presque tous les accidents de la route. On examine dans cette section plusieurs points-clés susceptibles de contribuer à un comportement dangereux et affecter ainsi tant la probabilité que la gravité d'une collision.

III.3.1. Lois et réglementations

Il existe une grande diversité de facteurs techniques, socio-économiques et environnementaux qui génèrent certains types de comportements chez l'utilisateur de la route. Toutefois, les normes de comportement du conducteur — ou le comportement normal — sont fixées par la société par le biais de ses procédures administratives et légales. Dans l'environnement de la circulation, les lois et réglementations de la circulation tracent le cadre à l'intérieur duquel le

comportement est jugé. Dans la mesure où un comportement dévie de la norme et contribue à un accident, il est logique de supposer que les lois et réglementations peuvent contribuer, en raison de leur rigidité ou de leur laxisme, à la situation qui conduit à l'accident. En d'autres termes, si une loi ou une réglementation n'est pas jugée réaliste ou appropriée dans une situation donnée, les usagers de la route peuvent l'ignorer et ainsi introduire des risques qui, peut-être, ne seraient pas apparus autrement.

En se plaçant dans une perspective différente, il faut examiner en quoi la connaissance des régimes légaux et réglementaires et leur application sont susceptibles d'affecter le comportement des usagers de la route. Cette connaissance pourrait avoir un effet particulièrement significatif lorsqu'il existe un écart entre un système de routes, le réseau autoroutier par exemple, et un autre, par exemple le réseau de routes de rase campagne. Par exemple, si une personne est pressée de se rendre quelque part, si elle sait qu'une route de rase campagne est moins surveillée qu'une autoroute, ceci va entrer en ligne de compte dans les décisions qu'elle prendra en matière de choix de l'itinéraire et de la vitesse à laquelle elle va rouler. Des décisions comme celle-ci peuvent avoir un impact important, surtout si dans le même temps les conditions météorologiques changent de manière à augmenter considérablement les risques d'accident sur les routes de rase campagne, relativement sensibles à tout ce qui affecte les caractéristiques du revêtement. De ce point de vue, on peut considérer que les lois et réglementations sont des facteurs qui contribuent significativement aux trois principaux types d'accidents sur les routes de rase campagne.

Les effets de la vitesse sur la sécurité

Comme on l'a vu dans le chapitre II, la réglementation relative aux limites de vitesse pose un problème particulier pour les routes de rase campagne puisqu'une part importante du public, et parfois la majorité, ne se comporte pas conformément à la loi. Les raisons en sont naturellement complexes et nombreuses mais on peut citer entre autres : des contrôles peu fréquents ; l'amélioration de la sécurité passive des véhicules à moteur ; la minimisation des risques d'impact grave résultant du port de la ceinture ; et l'amélioration globale de la qualité de l'infrastructure et des véhicules. Dans un cas où la majorité de ceux qui sont concernés par la loi ne la respecte pas, on peut se demander s'il ne faut pas adapter la loi pour la rapprocher du comportement "normal". Néanmoins, si l'on considère que la vitesse — excessive ou inadaptée — est un facteur essentiel dans les trois principaux types d'accident sur les routes de rase campagne, il est clair que, pour des raisons de sécurité, la loi ne peut être adaptée au comportement dominant sans reconnaître le risque grave d'accident ainsi introduit.

Conduite sous l'empire de l'alcool

Parmi les facteurs de danger liés au comportement, l'alcool est celui pour lequel l'analyse et l'identification des effets sur la sécurité routière ont été les plus systématiques. Il est clair que la consommation d'alcool est un facteur contributif majeur pour les trois principaux types d'accidents sur les routes de rase campagne. L'évaluation de ce facteur dans les accidents varie grandement d'un pays à l'autre, reflétant ainsi les différences dans les réglementations nationales aussi bien que dans les pratiques culturelles. On estime qu'entre 0.5 et 3% des conducteurs prennent le volant avec un degré d'alcool dans le sang supérieur à 0.5 g/litre et que ceci multiplie par deux le risque d'accident. Le risque est multiplié par 5 avec 0.7 g/litre, par 10 avec 0.8 g/litre et par 35 avec 1.2 g/litre. On estime que le facteur alcool est présent dans 10% des accidents avec dommages corporels et dans 40% des accidents mortels sur les routes de rase campagne. Toutefois, aucune étude conclusive n'a démontré si le facteur alcool était plus présent en milieu rural, ou spécifique à celui-ci, encore qu'une étude en Finlande ait montré que la proportion d'accidents qui implique des conducteurs sous l'empire de

l'alcool varie considérablement suivant la classe de routes. Sur les petites routes, on a trouvé une proportion d'environ 20% et sur les routes à grande circulation elle variait entre 6 et 10%.

Il est utile de noter que les tests d'alcoolémie sont plus fréquents sur les routes urbaines ou périurbaines qui mènent à des lieux de loisirs comme des discothèques, qu'en rase campagne où l'accent est mis sur les contrôles de vitesses. Ces tests d'alcoolémie visent surtout des conducteurs occasionnels et jeunes puisque des études (AASHTO, 1998) ont montré que les jeunes gens âgés de 16 à 24 ans étaient sur-représentés dans les accidents pour lesquels l'alcool est en cause.

Les effets de l'alcool sur la vigilance du conducteur et sur ses capacités de réaction sont assez bien connus. Ceci a conduit à s'intéresser à d'autres produits comme les drogues et les médicaments dont on sait qu'ils sont consommés et qu'ils induisent les mêmes types de risque. Parmi ces produits, ce sont les drogues qui paraissent avoir l'impact le plus important sur les accidents en milieu urbain, comme le montrent les rapports portant sur les lieux où il existe des programmes portant sur les problèmes de drogues et conduite (AASHTO, 1998). Les effets de médicaments comme les tranquillisants ne doivent pas être sous-estimés en milieu rural, en particulier sur les itinéraires qui supportent un trafic longue distance.

III.3.2. L'influence du choix de l'itinéraire sur le comportement du conducteur

Il est fréquent que les études de sécurité sur les itinéraires de rase campagne mettent en évidence des typologies d'accident très différentes suivant que les personnes impliquées sont des usagers de la route locaux ou des automobilistes en transit. Une étude aux États-Unis (Blatt, 1998) a montré que, trois accidents sur quatre sur les routes de rase campagne — soit 75% — frappent des automobilistes habitant une zone rurale ou dans une petite ville. Une caractéristique de ces automobilistes est qu'un bon nombre d'entre eux conduisent de manière automatique car ils estiment trop bien connaître les environs et sont, par conséquent, moins attentifs. Le dernier quart des accidents implique des automobilistes non familiarisés avec la route et qui sont surpris par une situation particulière. Sur les longs trajets, d'autres facteurs, tels que le manque d'aménagements pour dépasser et une perte de vigilance due notamment à la fatigue, peuvent avoir une influence sur l'accident. S'il est clair que le choix de l'itinéraire contribue à tous les types d'accidents, ce facteur, notamment la recherche de raccourcis empruntant des routes de rase campagne pour gagner du temps, contribue plus aux collisions frontales et collisions aux intersections qu'aux accidents avec sortie de route.

De nombreuses théories relatives au comportement de conduite des automobilistes dans ce contexte ont été proposées. Elles peuvent servir de guide aux professionnels de la sécurité routière et aider à fonder des décisions relatives à de possibles mesures de prévention. Il est particulièrement intéressant de noter que de nombreux résultats indiquent que le choix de l'itinéraire et le comportement des usagers de la route peuvent être conditionnés par des facteurs déterminants beaucoup plus généraux que ceux détectés dans le cadre de la microanalyse du danger d'accident et du système élémentaire "conducteur-véhicule-route" décrits précédemment. On peut citer comme autres facteurs d'influence l'organisation des réseaux routiers et de transport, la régulation de la circulation et la réglementation sur ces réseaux ainsi que leur organisation fonctionnelle. Par exemple, les routes de rase campagne sont parfois choisies comme raccourci pour éviter la congestion sur les autoroutes. En outre, l'environnement économique, social et culturel — qui affecte le nombre, les motifs, la nature et les circonstances des déplacements — influence le comportement du conducteur.

III.3.3. Représentation mentale de la route par le conducteur

Les théories relatives au comportement de conduite convergent sur le concept que l'automobiliste réagit à un nombre limité de scènes visuelles. Ceci étant donné, le conducteur essaie de se comporter de manière cohérente avec les risques spécifiques à la route. Mais lorsqu'il se trouve dans une situation non familière, sa capacité à comprendre et anticiper est perturbée et peut contribuer à provoquer un accident. En outre, comme le comportement du conducteur à cet égard est façonné par ses expériences antérieures, ceci peut expliquer la sur-implication des jeunes dans les accidents de la route, dans la mesure où ils en sont encore à un stade d'apprentissage et d'adaptation avec une très faible expérience sur laquelle s'appuyer.

Un facteur important à ce titre est que le développement des réseaux routiers, au cours des vingt ou trente dernières années, a conduit à une diversification des types de routes proposées aux automobilistes, aussi bien en milieu urbain que rural. Par exemple, les premières autoroutes sont apparues dans les années 50. Naturellement, elles ont exigé du conducteur une longue phase d'apprentissage pour s'adapter à leurs nouvelles caractéristiques de conception et d'exploitation. Cette phase d'apprentissage n'est pas encore terminée dans les pays où la couverture autoroutière n'est pas complète. Plusieurs caractéristiques distinguent les autoroutes des autres routes. Par exemple, elles permettent facilement de rouler vite et de dépasser sans pratiquement aucun risque de collision frontale. La dénivellation des carrefours, la séparation médiane des trafics, les accotements revêtus et des équipements routiers de bonne qualité sont des traits caractéristiques de ces routes. Certains d'entre eux ont, par la suite, été repris sur des routes "ordinaires" comme des voies express et sur certaines routes à grande circulation en milieu rural. Malheureusement, il y a là une source de confusion pour le conducteur et ceci peut biaiser son interprétation de ce qu'est le comportement adéquat sur une route donnée et ainsi augmenter le risque d'accident.

De même, ces trente dernières années, les routes à grande circulation ont connu des transformations considérables ; elles peuvent être à deux, trois ou quatre voies avec différents niveaux d'aménagement. En ce qui concerne les petites routes ou celles à faible débit qui n'ont pas reçu de traitement spécifique, les tendances de la circulation ont provoqué une modification de leur tracé, les rendant moins aisément reconnaissables. Entre autres choses, ces travaux d'aménagement peuvent entraîner des vitesses non adaptées à la configuration de la route. Ces transformations font que le conducteur peut se trouver confronté à une situation inattendue ou être conduit à une interprétation erronée de la nature de la route et ainsi augmenter le risque d'un accident. Dans tous les cas, une erreur d'interprétation de la route contribue plus fortement aux accidents avec collision frontale ou dans les intersections qu'aux accidents avec sortie de route.

Dans une étude récente réalisée au Royaume-Uni, Clarke *et al.*, (1998) se sont penchés sur les accidents lors de dépassements et ont analysé 973 accidents de ce type, dont 410 de manière approfondie, à partir des rapports de police d'un Comté des années 1989 et 1993. Les mécanismes de causalité ont été examinés en détail et on a trouvé qu'ils variaient en fonction de l'âge, de l'expérience et du sexe du conducteur. La combinaison de deux mesures, à savoir ne pas dépasser un véhicule circulant à la vitesse-limite ou à une vitesse proche de celle-ci et ne pas dépasser à proximité d'un carrefour, aurait permis d'éviter 54% des accidents de l'échantillon.

III.4. L'environnement de la route

Comme on l'a déjà fait remarquer dans les chapitres précédents, le réseau routier de rase campagne n'est pas un réseau planifié mais plutôt le résultat d'une évolution historique. A ce titre, l'environnement routier, y compris l'infrastructure, est un facteur contributif majeur des accidents sur

la plupart des réseaux de rase campagne. Les sections suivantes décrivent rapidement certains des facteurs critiques dont il faudrait tenir compte lorsqu'on s'intéresse à la sécurité routière.

III.4.1. Lisibilité et cohérence de la route

La section III.3 a décrit les difficultés associées à l'appréciation du facteur de danger associé aux problèmes générés par la représentation mentale que se fait le conducteur de la route. Ce type d'évaluation peut également se faire par une macro-analyse familière à la plupart des gestionnaires de routes. Par exemple, on sait bien qu'un carrefour à niveau sur une route à 2X2 voies avec un séparateur médian provoque des accidents de cisaillement particulièrement graves. De même la construction d'une route à 2X2 voies (sans séparateur médian) avec les structures techniques correspondantes peut entraîner des collisions frontales mortelles. Dans un certain nombre d'études, ces anomalies ont été isolées comme étant des défauts de lisibilité de la route. A des degrés divers, ces défauts peuvent contribuer aux trois principaux types d'accidents sur les routes de rase campagne. Aussi, pour compléter la représentation mentale que se fait le conducteur de la route, faut-il améliorer la lisibilité de la route et veiller à sa cohérence.

Les éléments de la conception géométrique des routes — c'est-à-dire le tracé horizontal et vertical et le profil en travers – sont des éléments importants de la cohérence d'une route, étant donné en particulier que les routes rurales sont des routes historiques plus que des routes conçues expressément, comme on l'a vu au chapitre I. Parmi ces éléments, le tracé vertical et le tracé horizontal ont une influence directe sur les distances de visibilité et la vitesse maximale sûre possible sur la route (FHWA, 1992a). Par conséquent, une combinaison correcte et cohérente du tracé horizontal et vertical favorise une vitesse uniforme et contribue ainsi à la sécurité.

III.4.2. Caractéristiques du revêtement

Un mauvais contact entre le véhicule et la route peut se traduire par un dérapage ou un tonneau. Ce défaut peut avoir des conséquences dramatiques sur la gravité des accidents en rase campagne où les vitesses sont élevées. Ceci concerne en particulier les sorties de route et les accidents dans les intersections. Le problème de la mauvaise qualité du contact trouve son origine dans l'adhérence et/ou l'uni du revêtement routier, c'est-à-dire dans les caractéristiques du revêtement.

Pour ce qui concerne le défaut d'adhérence, trois zones sont particulièrement susceptibles de poser ce problème de contact :

1. Les zones où la vitesse est réduite, en particulier les intersections, dans lesquelles la résistance longitudinale au frottement peut être fortement sollicitée. Les problèmes de contact dans ces zones tendent à provoquer des collisions arrière ou latérales.
2. Les courbes dans lesquelles la résistance transversale au frottement peut être fortement sollicitée. Les problèmes dans ces zones provoquent des sorties de route des véhicules.
3. Les zones de transition (voies d'accès) où les deux types de sollicitation (et donc d'accidents) sont possibles.

Dans ces trois types de zone, il est indispensable d'avoir des coefficients d'adhérence très élevés, en particulier sur les routes à forte circulation, c'est-à-dire avec un débit supérieur à 10 000 véhicules par jour.

Pour ce qui concerne l'uni de la route, il semble que les longueurs d'onde courtes, entre 0.8 et 2.8 mètres, peuvent également produire un effet dans les zones décrites ci-dessus, en particulier dans les courbes où une mauvaise pente transversale peut accentuer les effets contraires d'une mauvaise adhérence. Ceci est particulièrement pertinent car les accidents en courbe sont probablement ceux qui ont les implications les plus graves pour la sécurité en milieu rural. Ceci est dû au fait que les effets du mauvais contact sont liés à des problèmes de tracé qui sont particulièrement aigus sur les routes anciennes. On montre que les courbes isolées de rayon inférieur à 150 mètres présentent un risque particulièrement élevé, indépendamment des qualités superficielles du revêtement. Toutefois, toute courbe, quel que soit son rayon, génère des risques à chaque fois qu'elle est couplée à un facteur touchant le revêtement ou la régularité de la courbe qui nécessite que le conducteur adapte sa vitesse.

Une autre irrégularité du revêtement qui a un impact sur la sécurité sur les routes de rase campagne est l'orniérage dans les traces des roues. Cet orniérage peut résulter de l'usure de la chaussée ou du passage de charges importantes. Si de nombreux éléments associés à l'orniérage peuvent augmenter les risques, la préoccupation la plus sérieuse correspond au cas où les ornières se remplissent d'eau lors de fortes pluies. L'eau accumulée dans les ornières peut provoquer l'aquaplanage des véhicules, c'est-à-dire la perte de contact avec la chaussée et donc la perte de contrôle. Cette situation peut facilement contribuer aux trois grands types d'accidents sur les routes de rase campagne.

III.4.3. *Obstacles latéraux*

La perte de contrôle est l'un des facteurs majeurs qui contribuent aux accidents avec sortie de route en milieu rural. Les sorties de route peuvent avoir de nombreuses causes, comme : perte de vigilance — qui peut être due à une action banale comme régler la radio, se retourner en direction d'un passager à l'arrière ou parler au téléphone — ; mauvais contact entre le pneumatique et la route (coefficient de frottement) ; manœuvres d'évitement pour échapper à une collision avec un animal, un piéton ou un autre véhicule ; mauvaise lisibilité de la route qui fait que le conducteur se retrouve surpris par des éléments inattendus comme des courbes serrées ; et manœuvres de dépassement. Ces facteurs sont souvent accompagnés d'une vitesse inadaptée.

Les accidents avec sortie de route sont d'autant plus graves que le véhicule termine sa course en heurtant un obstacle latéral fixe. La FHWA (1992b) rend compte d'une étude dans laquelle on a constaté que le nombre d'accidents n'impliquant qu'un seul véhicule, par kilomètre et par an, était plus élevé sur les routes rurales ne disposant pas d'une zone dépourvue d'obstacle et que le taux d'accident s'améliorait de manière considérable dans le cas d'une combinaison de courbes moins serrées et de politiques d'aménagement de zones dépourvues d'obstacle. Dans le cas d'un accident dans une zone non dépourvue d'obstacle, l'impact provoque une décélération soudaine et violente du véhicule. Il est fréquent que l'amortissement de l'impact soit inadéquat car il est rarement frontal et le véhicule s'enroule autour de l'obstacle. C'est le cas avec les arbres qui correspondent à la moitié des accidents ainsi qu'avec les poteaux électriques ou téléphoniques et les supports des panneaux de signalisation. Bien que des progrès considérables aient été réalisés d'un point de vue technique en termes d'absorption des chocs lors d'un impact frontal, l'impact latéral continue à poser problème pour les constructeurs automobiles.

Il faut également noter que les objets latéraux ne sont pas les seuls obstacles dangereux. Certains éléments de conception comme les fossés ou les remblais — c'est-à-dire les talus et pentes — constituent des facteurs aggravants en bordure de voie. Dans certains pays on rencontre en bordure de voie des fossés naturels qui sont assez profonds et ont de fortes pentes qui nécessiteraient des glissières de sécurité mais qui n'en sont pas toujours équipés. De même, il n'est pas rare dans de

nombreux endroits de circuler sur des remblais de deux mètres ou plus de hauteur qui ne sont pas équipés de glissières de sécurité. Pareillement, les talus à forte pente qui devraient être protégés par des glissières sont souvent laissés sans protection. Dans tous ces cas, les obstacles latéraux ne sont pas à l'origine d'un accident avec sortie de route mais ils l'aggravent.

III.4.4. Visibilité

La vue est pour le conducteur l'une des principales sources d'information étant donné que plus de 90% de l'information utilisée par le conducteur est visuelle (Lay, 1996). Le processus qui prend place entre le moment où une information est reçue et celui où une action de conduite donnée est accomplie est complexe. Ce processus comprend une phase de détection, une phase d'identification, une phase de compréhension et une phase de décision. Naturellement à la suite de la décision vient l'action et il est évident que la performance visuelle et la réactivité varient fortement d'un conducteur à l'autre. Il s'agit d'un point qui est fréquemment négligé par les planificateurs qui appliquent, par exemple un niveau moyen de performance visuelle, c'est-à-dire 10/10 d'acuité visuelle lors de la conception d'une route ou d'un panneau. Ceci peut partiellement expliquer pourquoi la visibilité contribue aux accidents, surtout collisions frontales et dans les carrefours, sur les routes de rase campagne. Toutefois, étant donné la situation de vieillissement des populations et la croissance corrélative du nombre de conducteurs âgés dans la plupart des pays Membres de l'OCDE (OCDE, 1998), ces critères vont être progressivement réexaminés dans la mesure où les gestionnaires et les concepteurs des routes cherchent à satisfaire un nombre croissant d'automobilistes de plus en plus différents.

Le problème se pose de la même manière pour les distances de visibilité qui sont adoptées pour d'autres normes de conception des routes. Bien que la distance de visibilité à une intersection soit calculée à partir d'une hypothèse de durée moyenne nécessaire pour tourner à gauche sur une grande route en venant d'une petite route, il est vraisemblable que cette durée augmente, peut-être significativement, pour la plupart des personnes âgées. Cet écart pourrait imposer de multiplier par 2 ou 3 la distance de visibilité théorique. De manière analogue, le critère de visibilité influe sur la conception des courbes ou le profil en long d'un tronçon en relation avec les distances de dépassement.

Il est également important de noter que la distance de visibilité ne peut être isolée d'autres caractéristiques de la route. Plus précisément, lorsque la distance de visibilité s'améliore, les vitesses augmentent naturellement. Mais, en l'absence d'autres actions d'aménagement de la route, à savoir amélioration du marquage, des panneaux, rectification des courbes, etc., l'augmentation des vitesses conduit à des risques d'accident plus élevés. Aussi, lorsque l'on s'engage dans ce type d'aménagement, faut-il tenir compte des effets négatifs comme des effets positifs ainsi que de la manière de contrer les conséquences négatives.

Avant toute autre considération, il y a malheureusement également de nombreux objets tels que l'équipement de la route ou des véhicules en stationnement qui peuvent gêner la visibilité du conducteur. Les plus courants de ces objets sont les panneaux à la croisée des routes. Il est assez facile de supprimer ces éléments de gêne. Il y a également des conditions météorologiques comme le brouillard (et la neige, dans une moindre mesure) qui, sur les routes de rase campagne, posent essentiellement des problèmes de visibilité. Il faut reconnaître que ces situations ne constituent pas un facteur important en termes du nombre d'accidents mais les accidents qui en résultent peuvent être très spectaculaires et impliquer souvent plus d'un véhicule.

Un dernier commentaire sur ce sujet porte sur la mauvaise visibilité la nuit qui peut également être un facteur qui contribue aux accidents. Lorsqu'il fait sombre (la nuit ou en raison de mauvaises conditions météorologiques), le conducteur a du mal à percevoir les changements dans la route. Il est également très courant pour les conducteurs d'être aveuglés par les phares d'un véhicule roulant en sens inverse, surtout si le conducteur a oublié de revenir en feux de croisement. Dans tous ces cas, le conducteur risque d'être suffisamment perturbé pour avoir un accident de type collision frontale ou sortie de route.

III.4.5. Dispositifs de régulation du trafic

Le conducteur se fie aux informations visuelles qu'il reçoit par le biais de dispositifs de régulation du trafic comme des panneaux, des feux et des marquages sur la chaussée. Les panneaux et marquages remplissent l'importante fonction d'avertir, de réguler et de guider les usagers de la route. Ils apportent une information visuelle complémentaire qui vient renforcer la conception existante de la route (par exemple marquages latéraux et sur la chaussée), la compléter (par exemple panneaux locaux réglementant la priorité) ou compenser localement des éléments de tracé inférieurs à la norme (par exemple panneaux annonçant une courbe ou une chaussée étroite). Si le conducteur ne reçoit pas à temps des informations de ce type correctes, il est plus susceptible de prendre des décisions inappropriées et augmente ainsi son risque de se trouver impliqué dans un accident grave. Les routes de rase campagne étant par leur nature même des routes dangereuses — de par leur multi-fonctionnalité, la variabilité des caractéristiques de leur revêtement, leur visibilité parfois limitée, leurs courbes serrées, etc. — le rôle des dispositifs de régulation du trafic dans la sécurité des routes de rase campagne est tout à fait vital. En outre, l'environnement routier en rase campagne peut nécessiter de disposer de dispositifs de régulation du trafic dont la taille et l'emplacement diffèrent de ceux pour les voies urbaines pour tenir compte des vitesses élevées ainsi que d'autres caractéristiques afin que le conducteur puisse voir plus rapidement les informations fournies et ainsi réagir plus vite. En conclusion, un manque d'attention aux dispositifs de régulation du trafic sur les routes de rase campagne risque de contribuer aux trois grandes catégories d'accidents.

III.4.6. Animaux

Un facteur propre aux routes de rase campagne concerne les collisions avec des animaux sauvages rencontrés sur la chaussée ou des accidents, surtout sorties de route. S'il ne s'agit pas d'une cause majeure d'accidents (moins de 2%), ces accidents attirent de plus en plus l'attention à la fois parce que leur nombre est en augmentation constante et parce qu'ils impliquent parfois des espèces que la société cherche à conserver et à protéger. En fait l'augmentation de ce type d'accident s'explique essentiellement par la croissance de la population animale stimulée par les mesures de protection. Cette situation est un sujet de préoccupation sur les routes de rase campagne dans la mesure où les collisions avec de grands mammifères de la famille du daim, du sanglier, de l'élan ou même du kangourou peuvent revêtir une certaine gravité.

Les gestionnaires des routes comme les écologistes savent, en général, quelles sont les routes qui sont traversées par des animaux sauvages. Aussi trouve-t-on des panneaux d'avertissement aux endroits appropriés. Toutefois, comme la probabilité de croiser un de ces animaux est tout de même relativement faible, ces panneaux perdent de leur crédibilité pour l'utilisateur de la route et leurs bénéfices sur la sécurité routière sont en fait quasiment nuls. Il existe plusieurs possibilités pour améliorer la situation à cet égard. Par exemple, le recours à des panneaux routiers plus explicites que ceux spécifiés dans la réglementation permet de mieux informer et prévenir les conducteurs. On peut également dégager les bas-côtés pour améliorer la visibilité latérale ou construire des passages souterrains pour

animaux sur certaines routes particulièrement chargées. Plusieurs des solutions proposées dans les chapitres suivants, si elles ne visent pas spécifiquement le problème des animaux, peuvent contribuer à réduire le nombre d'accidents qui résultent de la présence d'animaux sur la route.

III.5. Caractéristiques du véhicule et de l'usager

Une des caractéristiques des environnements routiers en milieu rural qui les distingue d'autres types de routes est la mixité des véhicules et usagers rencontrés dans le même espace combinée avec des vitesses relativement élevées. Contrairement aux autoroutes où l'on trouve une plus grande uniformité des vitesses ou aux voies urbaines où des vitesses plus faibles sont courantes, les routes rurales se caractérisent par la coexistence de trafics motorisé et non-motorisé, de véhicules lents et rapides ainsi que de véhicules lourds de marchandises et d'usagers vulnérables. Toutes ces cohabitations sont dangereuses et expliquent le risque accru supporté par l'usager moyen de la route de rase campagne. Les problèmes qui en découlent sont présentés en détail ci-après.

III.5.1. Piétons et cyclistes

Pour les piétons et les cyclistes, la sécurité routière est souvent considérée comme un problème purement urbain. Toutefois, on ne peut ignorer ces usagers de la route et négliger leur sécurité sur les routes de rase campagne dans la mesure où, bien que ce type d'accidents soit moins fréquent en raison de niveaux de trafic moindres, ils sont particulièrement graves. En Grande-Bretagne, 45% de tous les décès de cyclistes survenus en 1995 se sont produits sur des routes en dehors des agglomérations alors que 91% des dommages corporels occasionnés à des cyclistes se sont produits sur des routes en agglomération, c'est-à-dire des voies urbaines où la vitesse est limitée à 64 km/h ou moins (Gardner, 1998). Aux États-Unis (FHWA, 1992c), plus de 14% de tous les accidents non mortels impliquant un piéton se produisent sur une route de rase campagne, mais 25% des accidents mortels se produisent sur ces routes. On constate un phénomène similaire en ce qui concerne les accidents de cyclistes en zone rurale — à savoir les routes rurales sont la scène de 11% des accidents non mortels et 32% des accidents mortels des cyclistes. D'autre part sur 100 piétons impliqués dans l'ensemble des accidents sur les routes de rase campagne, 25 sont tués. Sur les voies urbaines, ils ne sont que 5 sur 100. La distribution des accidents de piétons est également différente sur les deux types de routes. En milieu urbain, les accidents se produisent surtout lorsque les piétons traversent une rue alors que sur les routes de rase campagne, la moitié des accidents se produisent alors que les piétons marchent le long de la route. Ceci est particulièrement vrai dans les pays où la réglementation n'impose pas aux piétons de marcher face à la circulation. Pour les cyclistes, une des rares études qui portent sur les types d'accident en milieu rural a été réalisée par Gardner (1998). Le différentiel de vitesse entre les cyclistes et le trafic automobile est un facteur-clé et certains éléments indiquent que la gravité des collisions serait directement proportionnelle aux limites de vitesse. L'administration fédérale des routes des États-Unis (FHWA, 1992c) a constaté que plus de la moitié des accidents mortels de cyclistes aux États-Unis se produisaient sur des routes dont la vitesse limite était supérieure à 35 miles par heure. D'autres recherches suggèrent que le heurt par un véhicule à l'arrière, surtout la nuit, est probablement un type d'accident dominant. Ainsi, si les piétons et cyclistes contribuent au nombre global d'accidents sur les routes de rase campagne, leur contribution aux trois principaux types d'accident n'est pas significative.

III.5.2. Trafic de véhicules lents

Les véhicules qui se déplacent lentement — camions, véhicules agricoles, etc. — peuvent constituer des éléments de perturbation pour le trafic normal de véhicules sur les routes de rase campagne en incitant les conducteurs à parfois entreprendre des manœuvres risquées, en particulier des actions de dépassement, qui contribuent aux collisions frontales. Bien que les véhicules lents ne provoquent pas beaucoup d'accidents en raison de la faiblesse de l'exposition au risque, les accidents qui impliquent ces véhicules sont en général assez graves en raison de l'importance du différentiel de vitesse entre les véhicules lents et rapides ou en considération des deux véhicules qui se heurtent frontalement. Il arrive aussi qu'un accident soit aggravé du fait de la nature de la cargaison — matières dangereuses — du véhicule lent. Un facteur en rapport est le problème posé par les camions dans les fortes pentes — plus de 6% — en montée comme en descente ou dans les rampes de pente modérée de grande longueur. Outre le problème du dépassement par les véhicules, il y a une perte d'efficacité du système de freinage du camion qui risque souvent de se combiner à un manque d'expérience chez le conducteur. Dans la mesure où les déplacements de ces véhicules sont des éléments clés de l'activité économique — l'activité agricole pour les tracteurs et l'activité industrielle pour les transports exceptionnels — ils méritent en conséquence d'être pris en compte dans le cadre de la planification des routes et continueront à être présents sur les routes de rase campagne.

III.5.3. Motocyclettes et vélomoteurs

On sait peu de choses sur les accidents impliquant des motocyclistes, même si ces accidents ont des implications majeures dans certains pays où ils représentent presque 10% des décès sur les routes de rase campagne. Aux États-Unis, par exemple, 47% de tous les accidents mortels de motocyclette se produisent en milieu rural. En termes d'exposition au risque (c'est-à-dire le nombre de tués par milliard de kilomètres parcourus), on a relevé aux Pays-Bas que, comparé à la conduite d'une bicyclette (17.65 tués par milliard de kilomètres), le risque de se tuer en conduisant un cyclomoteur (70.00 tués par milliard de kilomètres) et une moto (54.12 tués par milliard de kilomètres) était respectivement 4 fois et 3 fois plus élevé.

Les accidents de motocyclettes et les accidents de véhicules légers présentent de nombreuses similitudes. Toutefois, les premiers présentent des caractéristiques comme l'implication de conducteurs souvent jeunes, peu expérimentés et présentant une propension à adopter un comportement dangereux. Ces facteurs sont clairement reliés à la composition sociologique de cette catégorie d'usagers de la route et contribuent à la gravité des accidents, surtout sorties de route et accidents dans les carrefours. Le problème se trouve aggravé lorsque les conducteurs inexpérimentés se trouvent aux commandes de machines puissantes. La vitesse et le fait d'être moins bien visible — même si de nombreux pays ont rendu obligatoire de rouler phares allumés de jour — sont souvent des facteurs contributifs dans ces accidents de motocyclette.

En ce qui concerne l'infrastructure routière, les motocyclistes sont particulièrement vulnérables lorsqu'ils roulent sur un revêtement glissant ou sur des éléments de marquage. Les motocyclistes ont tendance à éviter certains types de chaussée (graviers par exemple) et font, en général, attention aux glissières de sécurité et autres obstacles agressifs. Par exemple, les motards protestent vigoureusement contre l'agressivité des supports des glissières métalliques susceptibles de décapiter le motocycliste lorsqu'il heurte la glissière en dérapant.

Comprendre le danger pour les motocyclistes devient encore plus complexe dans les zones d'interface avec les bicyclettes. Au vu des vitesses pratiquées par les cyclomotoristes et des caractéristiques de leur comportement, la tendance générale est à les assimiler aux motocyclistes et à

leur appliquer le même type de mesures de prévention. Si ceci améliore la situation des usagers de la route vulnérables, des complications se trouvent également introduites du fait de l'addition d'un autre véhicule lent et vulnérable dans le flux de circulation. Il est clair que ce n'est pas la solution idéale.

III.6. Conclusion

Ce chapitre a décrit les problèmes et les déficiences sous-jacents généraux qui se manifestent dans les accidents. En examinant les facteurs contributifs, le chapitre a fait ressortir l'importance des trois familles de dangers — c'est-à-dire le conducteur, le véhicule et l'environnement routier — et les raisons pour lesquelles il faut les prendre en compte dans n'importe quelle proposition de mesure de prévention. Le chapitre a montré que les facteurs liés au comportement du conducteur et à l'infrastructure jouent un rôle central dans la caractérisation du problème de sécurité sur les routes de rase campagne. Tout aussi révélateur, le chapitre a fait ressortir les facteurs spécifiques liés à la diversité du trafic sur les routes de rase campagne — c'est-à-dire la présence de véhicules lents, la circulation de motocyclettes et la présence d'usagers de la route vulnérables — et les situations en matière de sécurité qui résultent de cette coexistence. Enfin, le chapitre décrit les problèmes liés à la présence d'animaux sur la chaussée, qui pose traditionnellement un problème de sécurité routière en milieu rural. Dans tous ces cas, l'information présentée constitue la base sur laquelle les chapitres suivants identifient des solutions pour les problèmes constatés.

BIBLIOGRAPHIE

- BELANGER, C. (1992), *An Overview of Human Characteristics and Limitations Related to Road Safety*, University of Toronto, Ontario.
- BLATT, J. and FURMAN, S.M. (1998), *Residence Location of Drivers Involved in Fatal Crashes*, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, D.C.
- CLARKE, D., WARD, J. and JONES, J (University of Nottingham) (1998), "Overtaking Accidents", *TRL Report 301*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- EUROPEAN TRAFFIC SAFETY COUNCIL (1995), *Reducing Speed-related Casualties -- The Role of the European Union*, ETSC, Brussels.
- EUROPEAN TRAFFIC SAFETY COUNCIL (1995), *Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess and Inappropriate Speed*, ETSC, Brussels.
- FHWA (1992a), *Safety Effectiveness of Highway Design Features*, "Volume II: Alignment", Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1992b), *Safety Effectiveness of Highway Design Features*, "Volume III: Cross Sections", Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1992c), *Safety Effectiveness of Highway Design Features*, "Volume VI: Pedestrians and Bicyclists", Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1990), *A Users' Guide to Positive Guidance*, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- GARDNER, G. and GRAY, S. (1998), "A Preliminary Review of Rural Cycling", *TRL Report 310*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- IRTAD (1994), *Under-reporting of Road Traffic Accidents Recorded by the Police at the International Level*, Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- LAY, M.G. (1986), *Handbook of Road Technology*, Gordon and Breach, London.
- OCDE (1998), *Le vieillissement démographique : conséquences pour la politique sociale*, OCDE, Paris.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIERE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1986), *Conception économique des routes à faible trafic*, OCDE, Paris.

- OCDE, RECHERCHE EN MATIÈRE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1984), *Programmes intégrés de sécurité routière* OCDE, Paris.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIÈRE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1985), *La sécurité des personnes âgées dans la circulation routière*, OCDE, Paris.
- OCDE, RECHERCHE ROUTIERE (1972), *Routes à deux voies en rase campagne : caractéristiques routières, écoulement de la circulation*, OCDE, Paris.
- OGDEN, K.W. (1996), *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*, Avebury Technical, Aldershot.
- RUMAR, A. (1985), "The Role of Perceptual and Cognitive Filters in Observed Behaviour", *Human Behaviour and Traffic Safety*, Evans, L. and Schwing, R.C. (Eds.), Plenum Press, New York.
- RUMAR, A. (1997), "Status Reports on Selected European Safety Concepts", *ADAC Symposium*.
- SETRA-CETUR (1992), *Road and Street Safety*, Paris.
- WEGMAN, F.C.M. (1997), *Rural Road Safety in the Netherlands: A Sustainable Safe Road Traffic System*, SWOV, Leidschendam.

Chapitre IV

PLANIFICATION DU RÉSEAU ET INFRASTRUCTURE ROUTIERE

IV.1. Introduction

Ce chapitre décrit et résume les principales mesures dans le domaine de l'infrastructure qui se sont avérées contribuer positivement à la sécurité sur les routes de rase campagne. L'objectif de ce chapitre n'est pas de présenter un guide détaillé à l'attention des praticiens mais plutôt de donner une vue d'ensemble de l'extrême variété des possibilités d'amélioration de la sécurité au moyen de mesures d'infrastructure, parfois peu coûteuses. Les possibilités de construction de routes nouvelles étant fortement limitées dans de nombreux pays pour des raisons économiques et environnementales, le chapitre met l'accent sur les mesures d'aménagement du réseau existant. La section IV.2. traite de la relation entre infrastructure routière et sécurité routière en général et présente ensuite la philosophie, les besoins et les problèmes en rapport avec la question. Dans les sections qui suivent, on examine des mesures spécifiques relatives à la conception des routes et à l'infrastructure pour améliorer la situation en termes de sécurité sur les routes de rase campagne.

IV.2. L'ingénierie de la circulation routière et son potentiel d'amélioration de la sécurité

C'est un fait bien établi et accepté que le facteur humain est un facteur contributif majeur dans une grande majorité des accidents. Toutefois, ceci ne signifie pas que les mesures de sécurité routière ne doivent viser que les usagers de la route pour réduire de manière efficace le nombre d'accidents. Le comportement de l'utilisateur de la route n'existe pas par lui-même, mais il dépend largement de l'environnement routier. Aussi, l'infrastructure routière et sa conception constituent des moyens importants d'influencer le comportement humain et un énorme potentiel d'amélioration de la sécurité. Par exemple, en se fondant sur des données tirées d'études menées aux États-Unis et au Royaume-Uni, Rumar (1985) indique que l'environnement routier joue un rôle important dans environ 30% des accidents, avec pour une large majorité de ceux-ci une interrelation avec le comportement de l'utilisateur de la route. Cette valeur de 30% des accidents ayant un rapport avec la conception de la chaussée est également ressortie d'un atelier OCDE organisé par le SWOV en 1994 (SWOV, 1994). Ce type de données suggère qu'une part substantielle des accidents pourrait être évitée ou avoir des conséquences moins graves si des mesures d'optimisation de l'environnement routier étaient mises en œuvre. Pour y parvenir, il est indispensable de concevoir les chaussées en tenant compte du problème de la sécurité. Pour cela, il faut explicitement tenir compte des aptitudes et limitations des usagers de la route, ce qui implique de :

- de rendre les erreurs humaines moins probables en :
 - suscitant automatiquement le comportement désiré (c'est-à-dire prudent) ; et
 - en rendant le comportement non souhaité (c'est-à-dire dangereux) moins probable ;
- de pardonner l'erreur humaine lorsqu'elle se produit,

- en donnant l'occasion de corriger une erreur à temps pour prévenir l'accident ; et
- en atténuant les conséquences une fois l'accident devenu inévitable.

Si la sécurité est aujourd'hui considérée comme un critère important dans la conception des routes, elle n'est jugée que comme un principe sous-jacent dans les fonctions quotidiennes de l'ingénieur routier. Toutefois, la sécurité doit être traitée explicitement et non pas juste comme une partie du travail de fond. Un récent rapport de la société professionnelle des ingénieurs de l'Ontario (Professional Engineers of Ontario, 1997) identifie trois ingrédients indispensables pour édifier consciemment la sécurité d'une route :

- une attention explicite à la sécurité ;
- le savoir-faire professionnel ; et
- des directives relatives au compromis entre le coût et la sécurité.

Porter une attention explicite à la sécurité signifie que celle-ci doit être prise en compte dans toutes les étapes du processus, en commençant au niveau de la décision de construire une route ou de la remettre en état, puis par l'étape de planification globale, l'étape de conception, celle de la construction et dans le cadre de l'exploitation et de l'entretien. En d'autres termes, plus tôt la sécurité est prise en compte dans le processus et moins le besoin d'actions curatives ultérieures est important.

Le savoir-faire professionnel pose un problème majeur. La connaissance des effets de l'ingénierie routière sur la sécurité reste très limitée, notamment en raison d'une absence de recherche systématique et d'outils et de méthodologies de recherche communément acceptés. Comme le conclut un rapport du Transportation Research Board / National Research Council (TRB, NRC, 1987) :

“En dépit de plus d'un demi-siècle de construction moderne de routes, la connaissance des conséquences en termes de sécurité des décisions relatives à la conception des routes reste limitée. Dans une large mesure, la communauté routière s'est appuyée sur des recherches non coordonnées sans contrôles statistiques rigoureux pour faire progresser les connaissances relatives aux effets sur la sécurité de la conception des routes. Les résultats de recherche contradictoires sont souvent laissés sans explication.”

D'autres rapports comme ceux de Persaud (1992), McGee *et al.*, (1995) et Hauer et Persaud (1996) viennent corroborer ce constat. Il est tout aussi important que le savoir-faire professionnel soit inculqué dès le tout début de la carrière de l'ingénieur. En particulier, il est essentiel que les cours d'universités sur les techniques routières englobent la sécurité comme élément de base du processus de conception. Un tel enseignement doit former de nouveaux ingénieurs ayant une bonne compréhension de la sécurité, de sorte qu'ils n'attendent pas d'apprendre sur le tas avant d'inclure la sécurité dans leurs conceptions. Un rapport de 1998 de Maycock *et al.*, (1998), destiné à l'Agence de Routes du Royaume Uni, étudie le rôle des caractéristiques du conducteur dans trois éléments spécifiques de la conduite : le choix de la vitesse, le freinage d'urgence et le dépassement. L'objectif était de fournir à l'ingénieur responsable de la conception des routes une connaissance plus approfondie des différents types de conducteurs utilisant la route et de leurs réactions en cas de situations critiques.

IV.3. Planification du réseau

Un environnement routier sûr nécessite tout d'abord une hiérarchisation des routes au sein du réseau qui englobe les différents niveaux de service depuis l'accès jusqu'à la mobilité. Bien que l'on utilise plusieurs autres caractéristiques pour définir la fonction des routes — comme le débit supporté,

la vitesse de référence, les types de véhicules empruntant la chaussée et les connexions au sein du réseau – le mouvement du trafic et l'accès aux parcelles sont les principales considérations qui interviennent dans la classification d'une route. Lorsque l'aménagement du territoire et la planification des transports sont intégrés comme il se doit, les routes locales assurent essentiellement l'accès aux propriétés tandis qu'on y dissuade le trafic de transit et les vitesses élevées. A l'opposé, les routes à l'autre extrême de la hiérarchie, telles que les voies artérielles et les autoroutes, sont planifiées pour optimiser l'écoulement du trafic et la vitesse, tout en limitant fortement ou en supprimant l'accès direct aux parcelles adjacentes.

La multi-fonctionnalité débouche sur des contraintes de conception contradictoires et également sur des risques plus importants. Le tableau IV.1. indique les niveaux de risque pour différents types de routes aux Pays-Bas. Ce tableau fait bien apparaître que des combinaisons de diverses fonctions, des utilisations combinées de modes de transport différents dans le même espace physique et des vitesses et des différentiels de vitesses relativement élevés conduisent à des risques relativement élevés. Il est également clair que les risques sur une route de rase campagne sans aucune restriction de circulation — c'est-à-dire une route "à tout faire"— sont deux fois plus élevés que sur une route de rase campagne interdite aux véhicules lents et dotée d'un certain niveau de régulation des accès.

Tableau IV.1. **Taux de blessés aux Pays-Bas (1986) sur certains types de routes**

Type de route	Vitesse limite (km/h)	Trafic mixte	Trafic croisant à niveau ou en sens inverse	Taux de blessés par 10 ⁶ km
Zones résidentielles	30	oui	oui	0,20
Rue en ville	50	oui	oui	0,75
Artère urbaine	50/70	oui/non	oui	1,33
Route de rase campagne	80	oui/non	oui	0,64
Voie expresse ou route fermée aux véhicules lents	80	non	oui	0,30
Autoroute	100	non	oui/non	0,11
Autoroute	100/120	non	non	0,07

Source : SWOV.

Idéalement, si chaque route est conçue pour une fonction spécifique avec les caractéristiques de référence correspondantes, les indices fournis par ses caractéristiques de construction doivent susciter chez le conducteur le comportement souhaité, pour la vitesse par exemple, et attirer son attention sur les autres usagers de la route comme les piétons et les cyclistes. Actuellement, la majorité des routes de rase campagne qui ne sont pas des autoroutes sont multi-fonctionnelles – c'est-à-dire remplissent des fonctions allant du trafic interurbain au trafic local — et sont empruntées par différents types de véhicules motorisés et non-motorisés ainsi que par des piétons. Ceci se traduit par un risque d'accident plus élevé. Les incohérences entre fonction, conception et usage trouvent leur origine, entre autres choses, dans le développement de la mobilité motorisée, celui de l'urbanisation et l'industrialisation. En (re)categorisant le réseau routier et en adaptant la conception à la (nouvelle) fonction tout en traitant les incohérences entre fonction, conception et utilisation, on peut réduire ce risque. Si l'on ne peut parvenir à une mono-fonctionnalité à 100%, il vaut mieux que les caractéristiques de construction soient le reflet de la catégorie fonctionnelle inférieure. Ce concept est développé plus en détail dans le chapitre VIII.

Un élément important de la planification d'un réseau sûr est la régulation des accès. L'élimination des événements inattendus et la séparation des points de décision simplifient la tâche de

conduite. Le contrôle des accès réduit la variété et modifie l'espace des événements auxquels le conducteur doit répondre. Ceci se traduit par une meilleure gestion de la circulation et un moins grand nombre de collisions. L'accès étant l'une des fonctions essentielles au sein des classifications routières, il existe une relation claire à savoir que la fréquence des collisions augmente avec le nombre de points d'accès à la route.

“L'influence du contrôle des accès sur la sécurité est si forte que la relation a été établie de manière constante depuis des années en dépit des difficultés associées aux études d'accidents. Une chose est très claire, pour réduire les accidents l'élément le plus important de la conception géométrique est la régulation des accès.” (FHWA, 1992). Ainsi, du point de vue de la sécurité faut-il recommander de minimiser en rase campagne les accès aux grands axes. Ceci peut se faire, par exemple, en construisant des voies parallèles qui assurent la fonction de “collecte” pour le trafic venant des habitations et propriétés proches et qui veut pénétrer sur l'axe principal ou le quitter. De même comme il l'est énoncé dans les directives de sécurité routière pour la région Asie-Pacifique, absolument aucun accès ne doit être autorisé dans les courbes, en sommet de côte et dans les intersections ou près de celles-ci (Banque de développement asiatique, 1996).

IV.4. Caractéristiques de construction des routes liées à la sécurité

Avant d'en venir à l'analyse plus détaillée des éléments individuels de conception géométrique de la route, il faut mentionner deux principes généraux de construction qui sont importants pour la sécurité.

Les caractéristiques de construction doivent être cohérentes avec la fonction de la route et ce qu'on lui demande d'induire comme comportement.

Comme mentionné dans le paragraphe précédent, chaque route devrait se voir assigner une fonction qui exige un comportement spécifique à l'égard de l'interaction avec l'utilisateur de la route et, probablement plus évident, à l'égard du choix de la vitesse. La conception de la route doit être cohérente avec sa fonction et ainsi susciter le comportement approprié. Si, par exemple, des vitesses faibles sont adaptées sur une route particulière parce qu'elle supporte un trafic mixte, cette route doit être conçue de sorte que les usagers de la route considèrent les vitesses faibles comme étant ce qui convient. En d'autres termes, comme l'ont mentionné Alexander et Lunenfeld (FHWA, 1981) au début des années 80, il faut que l'environnement routier "guide positivement" l'utilisateur de la route.

Les caractéristiques de construction doivent être homogènes le long d'un tronçon donné.

La conception de la route induit chez les usagers une attente relative au comportement approprié le long d'un tronçon donné. Les hommes étant relativement lents à adapter leur comportement à une situation nouvelle, des incohérences dans la conception le long de la même route peuvent facilement déboucher sur un comportement inadapté. Si, par exemple, un tronçon autorisant des vitesses relativement élevées est interrompu brutalement par un virage serré ou une descente de forte pente, ceux-ci peuvent être abordés à une vitesse excessive même s'il existe des panneaux avertissant du changement. En principe, il vaut mieux concevoir la route en fonction de la norme la moins exigeante sur son itinéraire. Si la distance couverte est importante, le passage d'une norme à une norme inférieure (ou vers une autre fonction) doit être clairement marqué et s'accompagner d'une zone de transition.

La suite de cette section traite des principaux éléments de conception de la route dont on sait qu'ils affectent le niveau de sécurité d'une route ou d'un tronçon de route. Bien que, pour des raisons

pratiques, les éléments soient traités séparément, il faut garder présent à l'esprit que le niveau final de sécurité d'une route dépend de la cohérence de la conception sous tous ses aspects.

IV.4.1. Profil en travers : séparation des courants de trafic opposés

Comme on l'a vu dans le chapitre II, les collisions frontales correspondent à une proportion importante des tués sur les routes de rase campagne. La majorité des collisions frontales résulte d'embarquées non voulues de véhicules qui se retrouvent dans la voie de circulation en sens opposé. Seule une proportion relativement faible des collisions frontales peut être imputée à des manœuvres de dépassement.

Les collisions frontales peuvent être prévenues en séparant (physiquement) les trafics opposés. Ceci peut être réalisé en installant un terre-plein central entre les voies de circulation opposées. Toutefois, pour les routes de rase campagne existantes, l'espace disponible est souvent insuffisant en raison de contraintes comme des arbres, des cours d'eau, des propriétés attenantes, des collines et des montagnes. Sur les routes existantes, une approche plus aisée mais assez drastique consiste à séparer physiquement le trafic en installant une glissière étroite en acier, en béton ou en câble. Si des accidents provoqués par la glissière même en acier ou en béton ont été rapportés, les accidents frontaux les plus graves, souvent mortels, sont évités. En se fondant sur une méta - analyse de 32 études pertinentes, Elvik (1995a) estime que l'installation d'une glissière centrale se traduit par une augmentation du taux global (toutes gravités confondues) d'accidents d'environ 30% mais entraîne également une diminution d'environ 32% de la probabilité qu'un accident entraîne une blessure mortelle. Une majorité des études à ce sujet portent sur les autoroutes et il n'existe pas d'éléments sérieux pour les routes de rase campagne.

Les expériences avec des glissières en câble comme séparateur médian sont encore limitées, encore qu'un premier site expérimental ait été installé en Suède dans le cadre de la stratégie dite "Vision zéro" pour la sécurité routière. Des expériences menées sur des autoroutes au Danemark ont montré que venir heurter une glissière en câble peut se traduire par des taux de décélération très importants et donc des blessures graves, malgré une capacité de déflexion importante. Cette même capacité de déflexion importante impose de disposer de suffisamment d'espace ce qui les rend moins commodes pour une utilisation au milieu de routes de rase campagne ordinaires. En principe, chaque route ayant une fonction d'écoulement du trafic devrait bénéficier d'une séparation des courants de trafic opposés faisant appel à une mesure physique de séparation sûre. Toutefois, en pratique il n'y a que les routes de débit moyen à fort qui sont traitées de cette manière. Des recherches complémentaires sont nécessaires sur la conception sûre de ces mesures physiques appliquées aux routes de rase campagne à deux voies et sur la comparaison des moyens physiques avec d'autres mesures plus "douces" ne faisant appel qu'au marquage.

Une manière de réduire les collisions frontales liées à une manœuvre de dépassement consiste à offrir des occasions de dépassement sans conflit. Ceci est particulièrement vrai pour les routes où la possibilité de dépasser est limitée en raison de distances de visibilité insuffisantes (par exemple dans des régions vallonnées) ou en raison d'un débit important dans la direction opposée. Un certain nombre d'études font état d'une diminution du nombre d'accidents après la construction de voies de dépassement régulièrement espacées qui ne sont ouvertes à la circulation que dans un seul sens. Les effets de cette mesure se font ressentir en amont et en aval si les voies de dépassement sont signalées à l'avance. Par exemple, une étude réalisée pour Transport Canada (ADI, 1989) conclut que la mise en place de sections de dépassement et de voies lentes a permis de diminuer les taux d'accidents de 25% comparé à des sections à deux voies non traitées. Après avoir examiné plusieurs études, Elvik *et al.*, (1997) indiquent que les voies lentes permettent de diminuer de 20 à 40% les

accidents avec dommages corporels. Dans le même ordre d'idée concernant les voies de dépassement, on peut citer les routes à trois voies (2 + 1) dont la voie centrale est affectée alternativement à chacune des deux directions. Là encore, les expériences en termes de réduction des accidents ont été positives. En Allemagne, on a trouvé que pour une largeur donnée de chaussée de 14 mètres, le taux d'accidents (accidents par 10⁶ véhicule-km) sur les routes 2 + 1 était de 0.33 comparé à 0.48 sur les routes à deux voies (Brannolte *et al.*, 1992). En Finlande, par contre, les voies de dépassement paraissent avoir un effet beaucoup plus faible en termes de réduction des accidents avec dommages corporels, effet qui pourrait être proche de zéro (Pajunen et Kulmala, 1988).

IV.4.2. Profil en travers : élargissement de la voie et de l'accotement

D'une manière générale, les statistiques d'accidents montrent que le niveau de sécurité augmente avec la largeur de la route. Par exemple, Zeeger et Council (1992) ont rendu compte d'une étude réalisée sur les profils en long aux États-Unis qui, en isolant l'effet de la largeur de la voie d'autres caractéristiques de la route et de la circulation, prédisait les effets de réduction des accidents suivants pour les types d'accidents en rapport (sorties de route, choc frontal, choc latéral en sens opposé ou dans la même direction) :

Élargissement de la voie	Réduction des accidents en rapport
1 ft (0.3 m)	12%
2 ft (0.6 m)	23%
3 ft (0.9 m)	32%
4 ft (1.2 m)	40%

Ces résultats sont réputés valides pour des routes de rase campagne à deux voies avec des largeurs de voie comprises entre 2.4 mètres et 3.7 mètres et des débits journaliers compris entre 100 et 10 000. Par contre les voies ne doivent pas non plus être trop larges pour ne pas favoriser des vitesses plus élevées et donc déboucher sur des accidents plus nombreux ou plus graves. Toutefois, une étude française de Gambard et Louah (SETRA/CETUR, 1992) montre que l'effet de l'élargissement de la voie sur la vitesse est plus important sur les routes étroites (voies de largeur inférieure à 3 mètres) que sur les routes larges (voies de largeur égale ou supérieure à 3 mètres). À l'évidence, il faut soigneusement peser tous les aspects pour décider de la largeur optimale à donner à la voie.

Les avantages de l'élargissement des accotements sont encore moins nets. On peut, sur un plan général, conclure que l'élargissement des accotements est moins efficace que celui des voies, mais plusieurs études (Ogden, 1996) montrent qu'ajouter des accotements (stabilisés) à une route qui en était dépourvue se traduit par moins d'accidents. Il apparaît également qu'une combinaison de l'élargissement de la voie et de l'accotement est très efficace. Par exemple, sur une route dépourvue d'accotement avec des voies de 2.7 mètres, le passage à des voies de 3.7 mètres et des accotements de 1.8 mètres a permis de réduire les accidents d'environ 60% (TRB, 1987). Le tableau IV.2. présente des recommandations relatives à la largeur des voies et des accotements pour les routes circulées à plus de 50 km/h, recommandations fondées sur une analyse approfondie des informations disponibles et des calculs de rentabilité par le Transportation Research Board des États-Unis. D'autres études (FHWA, 1992) sont parvenues aux mêmes résultats.

Tableau IV.2. **Largeur recommandée pour les voies et accotements aux États-Unis**

Débit (DJM)	> 10 pour cent de camions		< 10 pour cent de camions	
	largeur de la voie (m)	largeur voie + accotement (m)	largeur de la voie (m)	largeur voie + accotement (m)
1- 750	3.0	3.7	3.0	3.7
750 - 2,000	3.7	4.6	3.3	4.3
> 2,000	3.7	5.5	3.3	5.2

Source : TRB, 1987.

IV.4.3. Profil en travers : séparation des trafics lent et rapide

Des écarts importants dans les vitesses pratiquées rendent la situation de trafic moins prévisible et conduisent à des freinages et autres actions d'évitement ainsi qu'à des manœuvres de dépassement plus nombreux. Sur les routes de rase campagne, on constate de grosses différences de vitesse lorsque la voie est empruntée conjointement par des véhicules à moteur, des véhicules agricoles, des cyclistes et des piétons. Aussi, les efforts de séparation des trafics lent et rapide contribuent-ils favorablement à la sécurité globale sur les routes de rase campagne. On peut parvenir à un certain degré de séparation de plusieurs manières : *i*) un itinéraire parallèle ou une zone de circulation secondaire pour les véhicules lents de tout type ; *ii*) une piste parallèle réservée aux bicyclettes et piétons, physiquement séparée ; *iii*) une voie sur l'extérieur de la voie de circulation normale réservée aux bicyclettes et aux piétons ; et *iv*) une voie sur l'extérieur de la route qui est en principe affectée aux bicyclettes/piétons mais qui peut être utilisée par des véhicules à moteur lents pour permettre au trafic rapide de les dépasser. Toutes ces variantes offrent un avantage en termes de sécurité comparé à une situation de non-séparation, encore que l'effet obtenu soit maximal lorsque tous les usagers de la route lents se trouvent physiquement séparés des voies principales de circulation (zone de circulation secondaire) et minimal lorsqu'il se produit occasionnellement une interaction entre les trafics lent et rapide (voies banalisées). En fait les voies banalisées sont proscrites ou déconseillées dans de nombreux pays pour des raisons de sécurité.

IV.4.4. Intersections : ponts

Les ouvrages d'art traversant des routes rurales sont parfois associés à des problèmes d'accident en raison de difficultés comme leur étroitesse, une mauvaise visibilité et une mauvaise signalisation ou un mauvais tracé. Toutefois, les caractéristiques qui ont le plus grand impact sur le taux d'accident sont la largeur du pont et/ou la largeur du pont et de ses abords (FHWA, 1992). En vue d'assurer une certaine cohérence le nombre de voies et la largeur des accotements ne doivent pas, dans la mesure du possible, changer au niveau de l'intersection avec l'ouvrage d'art. Sur la base des travaux de Turner (1984) concernant les ponts des routes à deux voies, on a trouvé que le nombre d'accidents par million de passages de véhicule diminuait proportionnellement à l'augmentation de la largeur du pont — c'est-à-dire la largeur du pont moins la largeur de la route circulée. Il est souhaitable de disposer d'un accotement d'au moins un mètre de chaque coté du pont.

Étant donné qu'il est fort onéreux de remplacer un pont, il n'est souvent pas envisageable en zone rurale d'augmenter la largeur des ponts. Dans ce cas, il existe des mesures qui permettent d'améliorer la sécurité des ponts existants en vue de surmonter les problèmes posés par une mauvaise conception des intersections. En particulier, lorsqu'on se penche sur l'amélioration de la sécurité sur les ponts, il est recommandé de porter attention aux trois domaines primaires suivants (FHWA, 1998) :

- Ponts — Amélioration des éléments de la structure du pont ou aménagements contribuant à contrecarrer les caractéristiques du pont potentiellement dangereuses. Les

aspects suivants doivent être considérés : garde-corps ; trottoirs ; joints ouverts ; revêtement du tablier (surface de frottement ou nids de poules) ; points d'accroc sur le garde-corps ou la culée du point ; tracé des ponts étroits et renforcement du treillis.

- Approche — Amélioration de la conception des glissières latérales sur l'approche, des sections de transition entre la raideur des glissières et les garde-corps rigides, de la jointure entre les glissières et le garde-corps, des caractéristiques de drainage, des courbes et des trottoirs.
- Exploitation — Amélioration des points d'accès, de la signalisation, du tracé et du marquage de la chaussée dans les zones d'approches et sur le pont.

IV.4.5. Intersections : type, emplacement et quelques aspects touchant leur conception

Environ 20% des accidents sur les routes de rase campagne se produisent dans les intersections. Les intersections les plus sûres sont les intersections dénivelées. Elles sont obligatoires sur les autoroutes mais sont également appliquées sur certains types de routes rurales à fort débit. Toutefois, pour la majorité des routes de rase campagne, la construction d'intersections dénivelées à des seules fins de sécurité risque de ne pas démontrer sa rentabilité. Les intersections à niveau existent dans de nombreuses configurations. Les intersections à trois branches et les carrefours en T décalés doivent être préférés au croisement traditionnel à quatre branches. Les carrefours giratoires sont le type d'intersection à niveau le plus sûr. Barton (1989, cité par Ogden, 1996) a calculé le taux moyen d'accident avec dommages corporels (pour 10^7 véhicules entrant) pour différents types d'intersections en Australie. Pour les routes de rase campagne, Barton a calculé les taux d'accident suivants :

Croisement, sans feux :	5.2
Intersection en T, sans feux :	3.3
T décalés :	2.9
Carrefours giratoires :	1.6

Au Danemark, la transformation de neuf carrefours à quatre branches en milieu rural en carrefours giratoires avec un diamètre moyen d'îlot de 25 mètres s'est traduite par une réduction de 83% des accidents et une réduction de 90% du nombre des blessés, compensant la tendance générale des accidents (Direction des Routes du Danemark, 1994). Schoon (1993) a trouvé une réduction de 42% des accidents (y compris dommages exclusivement matériels) et une réduction de 86% du nombre de blessés pour les carrefours giratoires en milieu rural. Le très bon résultat, en termes de sécurité, des giratoires, comparé à une intersection à trois branches et surtout à une intersection à quatre branches, est également constaté dans le contexte européen par la FESR (1996). Cette meilleure performance en termes de sécurité s'explique par la diminution du nombre de conflits, des vitesses peu élevées et peu d'angles de conflits dans les giratoires. Le coût d'acquisition du terrain nécessaire à la construction des giratoires de taille moyenne ou importante est susceptible d'affecter la rentabilité de ces intersections dans de nombreux pays.

Une intersection devrait être située de façon à être clairement visible de toutes les directions d'approche. Des indications et des signaux en amont ainsi que certains aspects du paysage – plantations par exemple – peuvent aider les conducteurs à mieux juger de la situation qu'ils vont rencontrer dans l'intersection. De ce point de vue, il faut éviter les intersections situées juste en sortie de courbe ou au sommet d'une côte. En outre, la visibilité dans le carrefour (triangle de vision) doit

être suffisamment bonne pour permettre aux conducteurs de repérer tout trafic qui approche sur les autres branches de l'intersection et apprécier sa vitesse d'approche. Munis de cette information, les conducteurs doivent être capables de franchir en sécurité l'intersection en démarrant d'une position d'attente. Selon la FESR (1996), les principes de conception élémentaires pour la sécurité des intersections sont :

- une bonne visibilité depuis toutes les approches pour permettre une adaptation des vitesses et un choix de files en sécurité ;
- des exigences de visibilité pour permettre un franchissement en toute sécurité depuis une position d'attente ;
- une simplicité et une facilité de compréhension ;
- une facilité de franchissement ;
- si possible, une conception visant à réduire les vitesses et les angles de conflit entre les trajectoires des véhicules ; et
- une coordination réciproque entre les conducteurs et les usagers de la route vulnérables.

On a montré que la canalisation comme mesure curative dans les carrefours ordinaires existants avait un impact important sur le nombre d'accidents avec dommages corporels. Le manuel norvégien de sécurité routière (Elvik *et al.*, 1997) présente les données suivantes :

Type de canalisation	Variation des accidents avec dommages corporels
Canalisation complète dans les carrefours à quatre branches	- 27%
Canalisation sur les routes latérales dans les carrefours à quatre branches	- 17%
Voie de tourne-à-gauche sur la route principale dans les carrefours à quatre branches	- 4%
Canalisation sur les routes latérales dans les carrefours en T	+18%
Voie de tourne-à-gauche sur la route principale dans les carrefours en T	- 27%

Le rapport conclut que la canalisation peut être bénéfique même dans des intersections avec un débit journalier moyen annuel (DJMA) inférieur à 7 500 véhicules.

IV.4.6. Intersections : passages à niveau

Les passages à niveau ne diffèrent des autres intersections que par le fait qu'il s'agit du croisement d'une voie ferrée et d'une route et non de deux routes. Si les collisions à des passages à niveau ne représentent qu'une faible proportion du total des collisions sur la route, elles tendent à être plus graves étant donné la différence de taille entre le train et le véhicule à moteur. Toutefois la plupart des collisions survenant à un passage à niveau n'impliquent pas de train mais sont plutôt des collisions

entre véhicules ou entre un véhicule et les installations fixes (Ogden, 1996). Une étude récente menée pour le compte de l'Association des Transports du Canada (Hauer et Persaud, 1996) estime que les collisions impliquant des trains ne représentent qu'un tiers de l'ensemble des collisions qui surviennent à des passages à niveau.

Puisque, comme mentionné ci-dessus, les passages à niveau ne sont qu'un autre type d'intersection, la route et la voie ferrée doivent se couper sous un angle aussi proche que possible de l'angle droit pour assurer une distance de visibilité maximale le long de la voie dans les deux directions et dans chaque sens d'approche. De même, le franchissement ne doit pas être situé sur une courbe horizontale qu'il s'agisse de la route ou de la voie ferrée. La largeur du passage doit être équivalente à celle de la route d'approche et de ses accotements. Le profil en long doit être aussi plat que possible pour aider à améliorer les visées qu'a le conducteur de la voie ferrée et également éviter les situations dans lesquelles les distances de freinage pourraient être affectées. Dans le cas de véhicules lourds de grande longueur, un passage à niveau évite l'éventualité que le camion ne se couche sur le passage.

IV.4.7. Tracé : courbes horizontales

Un nombre relativement élevé d'accidents se produit sur des courbes horizontales comparé aux sections tangentes de la route. En particulier, les accidents avec sortie de route sont plus courants dans les courbes que sur les sections tangentes adjacentes. Les chocs frontaux, qui sont les accidents les plus graves en termes de dommages corporels, sont également plus courants dans ces courbes. Persaud (1992) a trouvé qu'en Ontario, Canada, 3.5% de tous les accidents hors intersection sur les routes de rase campagne à deux voies se produisent au niveau des courbes horizontales. Si l'on ne prend en compte que les accidents mortels, cette valeur s'élève à 21%. En comparant des données sur les États-Unis et sur le Canada, cette étude mentionne également que le taux d'accident moyen pour les courbes horizontales est environ trois fois plus élevé que sur les sections tangentes et que le taux d'accident avec sortie de route d'un véhicule isolé est environ quatre fois plus élevé que sur les tangentes. Sur les routes nationales à deux voies en France, 25 à 30% des accidents, hors intersection, avec dommages corporels se produisent dans des courbes tandis que sur le réseau secondaire ce pourcentage est plus proche de 45% (SETRA/CETUR, 1992).

Les courbes les plus dangereuses sont les courbes isolées ou la première d'une série de courbes après une section rectiligne ou presque. On peut identifier deux causes principales, non interdépendantes :

- le virage est négocié à une vitesse inadaptée, d'où perte de contrôle du véhicule et en conséquence déportation du véhicule soit sur le bord de la route soit sur la voie opposée ;
- la distance de visibilité à l'approche de la courbe et dans la courbe elle-même est limitée ce qui se traduit par une appréciation incomplète de la situation au plan statique et dynamique, ce qui peut induire un mauvais choix en termes de vitesse et de position.

Il existe un certain nombre de principes généraux de sécurité liés à la conception, à la localisation, à la chaussée et aux caractéristiques latérales des courbes qui peuvent contribuer à réduire ces problèmes. Par exemple, les éléments de conception d'une route donnée doivent être homogènes de façon à ne pas tromper les attentes du conducteur et lui permettre d'anticiper correctement. Une série de courbes relativement larges ne doit pas être suivie par une courbe très étroite sans une signalisation intensive ou des mesures physiques de réduction de la vitesse. En outre, il doit être possible de négocier un virage isolé ou le premier d'une série à une vitesse qui ne soit pas excessivement inférieure à celle permise sur la section rectiligne qui le précède. Bien que l'on constate

une tendance générale à l'augmentation des taux d'accident lorsque la courbe devient plus étroite, la cohérence entre les courbes le long de la route est, d'un point de vue sécuritaire, au moins aussi importante.

Un autre principe à garder présent à l'esprit est l'importance d'être capable de distinguer clairement les situations où il est possible de dépasser de celles où ce n'est pas possible. Pour cela, il faut éviter les rayons de courbure intermédiaire, entre environ 800 et 2 000 mètres. En outre, la distance entre deux courbes successives ou entre une section rectiligne et une courbe doit être suffisamment longue pour permettre aux conducteurs de juger et d'interpréter la situation. On recommande en général de laisser une distance correspondant à trois secondes de conduite. De même, la distance de visibilité à la fois dans l'approche d'une courbe et dans la courbe elle-même doit être suffisante pour que les conducteurs puissent décider correctement de leur vitesse et de leur position. Il faut donc éviter les courbes au sommet d'une pente (forte).

Comme le montre le tableau IV.3. (FHWA, 1992 ; Elvik *et al.*, 1997) la rectification des courbes horizontales est une mesure efficace de réduction des accidents. Notons que le degré de courbure tel qu'il est utilisé aux États-Unis peut être converti en un rayon de courbure, plus courant en Europe, grâce à la formule suivante : Rayon de courbure = 1 746.3/Degré de courbure.

Tableau IV.3. Réduction des accidents obtenue par une rectification des courbes aux États-Unis et en Norvège

FHWA		
Degré de courbure initial	Nouveau degré de courbure	Réduction des accidents
30	25	16%
30	20	33%
30	15	50%
30	10	66%
30	5	83%
Elvik		
Rayon de courbure initial	Nouveau rayon de courbure	Réduction des accidents
< 200 m	200-400 m	50%
200-400 m	400-600 m	33%
400-600 m	600-1000 m	23%
600-1000 m	1000-2000 m	18%
1000-2000 m	> 2000 m	12%

Source : FHWA (1992) et Elvik *et al.*, (1997).

Bien que ces statistiques soient très prometteuses, la reconstruction de courbes existantes est coûteuse et ne démontre sans doute sa rentabilité que sur les routes les plus chargées. Il existe un certain nombre de mesures moins coûteuses susceptibles de contribuer à réduire les taux d'accident dans les courbes comme la suppression ou la protection des obstacles latéraux, l'adoucissement des pentes latérales, l'amélioration de l'adhérence, l'augmentation des dévers, le revêtement des

accotements et la suppression des différences de niveau au bord du revêtement (Zeeger *et al.*, 1990 ; Ogden, 1996). Parmi les mesures habituelles de faible coût on peut citer la réfection du marquage central ou latéral de la chaussée, l'installation de marquage réfléchissant surélevé ou l'amélioration de la pré-signalisation – à l'aide par exemple de panneaux d'avertissement activés par des vitesses excessives.

IV.4.8. Tracé : pentes et courbes verticales.

Tant les pentes que les courbes verticales affectent le niveau global de sécurité sur une route. La FHWA (1992) indique que les taux d'accident dans les descentes sont de 63% supérieurs que dans les montées. Les pentes prennent une importance particulière lorsque la route supporte un trafic important de véhicules lourds. Dans ce cas, il faut éviter les pentes longues (> 1 km), fortes (> 4%) (FESR, 1996). D'une manière générale, il ne faut concevoir des pentes de 6 à 7% qu'avec précaution (SETRA/CETUR, 1992). En descente, la vitesse excessive et un freinage inadéquat – surtout de la part des véhicules lourds – peuvent facilement entraîner une perte de contrôle du véhicule. En montée, la distance de visibilité est limitée par le sommet de la côte. Ceci est connu sous le nom de perte de tracé d'une courbe convexe. En raison de cette visibilité limitée, le dépassement en montée sur une route à deux voies n'est en général pas sûr et donc habituellement pas autorisé. La distance de visibilité limitée signifie également que la situation juste après le sommet n'offre pas une visibilité suffisante pour permettre à un véhicule de s'arrêter à temps en cas de nécessité, c'est-à-dire que la distance de visibilité d'arrêt est trop faible. Des mesures de réduction de la vitesse peuvent s'avérer nécessaires pour garantir une distance suffisante pour parvenir à l'arrêt dans ces endroits. Toutefois, la modification du profil en long des routes existantes étant très coûteuse, il est nécessaire de disposer de plus de recherches relatives à l'effet des différents éléments de la géométrie verticale sur la survenue des accidents afin de déterminer la rentabilité des différentes mesures.

IV.4.9. Zones de transition entre zones de rase campagne et zones agglomérées : les "portes"

Les routes qui répondent à une fonction de transit dans de petits villages posent souvent des problèmes de sécurité graves car il est courant que la vitesse ne soit pas réduite de manière suffisante à l'entrée de la zone agglomérée. Ce type de problème de sécurité peut être évité en construisant des déviations et en écartant complètement le trafic de transit des villages. Il s'agit d'une solution efficace mais son coût relatif la rend souvent impraticable. Aussi de nombreux travaux ont-ils été réalisés pour assurer que les conducteurs adaptent leur comportement, et en particulier leur vitesse, à l'approche des villes et villages.

Pour modifier le comportement de vitesse, un certain nombre de mesures s'imposent, en particulier à l'entrée des villages, également appelé "porte" des villages. Le principe de la porte repose sur le fait que la perception de la vitesse est influencée par l'information visuelle à la disposition du conducteur. Un aspect important qui affecte la perception subjective de la vitesse est la largeur de la route relativement à la hauteur des éléments verticaux environnants. Les conducteurs ont tendance à réduire leur vitesse si les éléments verticaux le long de la route sont plus hauts que la largeur des éléments de la route (ETSC, 1995). Ceci peut se faire à un coût relativement faible en rétrécissant la chaussée, rétrécissement éventuellement accompagné d'une réduction progressive de la limitation de vitesse en amont, de bandes de marquage sonores et/ou de plots de marquage sur la chaussée combinés à des arbres hauts, lampadaires ou bâtiments (convenablement protégés). La porte doit coïncider avec le début de la limitation locale de vitesse et doit comporter des mesures (physiques) de réduction de la vitesse. Toutefois, la création d'une porte sans aucune mesure physique de réduction de la vitesse est beaucoup moins efficace. En outre, il est important de compléter les mesures de réduction de la vitesse

à l'entrée d'un village par des mesures dans toute la traversée du village afin de maintenir le niveau réduit de vitesse.

Au Royaume Uni, un certain nombre de programmes de réduction de la vitesse sur les routes d'approches et traversant les villages ont été testés avec succès. Le projet VISP (TRL, 1994) — qui s'est terminé en 1994 — a porté sur 24 villages et a été suivi par des programmes sur les routes principales traversant des villes et des villages afin de réduire le danger dû à la vitesse des flux de circulation. Ces programmes ont fait appel à l'élaboration de portes, ainsi qu'à des mesures de décompte et de modération de la circulation (TRL, 1996 et Barker *et al.*, 1997).

IV.5. Sécurité des bords de route

La conception des bords de la route relève en fait de la conception du profil en travers et devrait, en tant que telle, avoir été traitée dans la section précédente. Deux raisons poussent à traiter cette question dans une section séparée. Tout d'abord, il existe d'importantes variations quant à la prise en compte de la conception des abords dans le cadre des pratiques courantes de conception des routes. En second lieu, l'effet potentiel du traitement des bas-côtés au niveau global de la sécurité est très fort, en particulier pour les routes de rase campagne et ceci mérite donc une attention particulière. Le sujet est donc traité en détail dans cette section.

IV.5.1. L'ampleur du problème

Comme mentionné dans le chapitre II, environ un tiers des accidents sur les routes de rase campagne, à l'exception des autoroutes, peuvent être classés dans les sorties de route (Slop et Casthoek, 1995 ; Sanderson, 1996 ; NCHRP, 1997). On peut réduire le nombre de ces accidents en élargissant les voies de circulation, en installant des accotements (revêtus) et en aplanissant les bas-côtés de façon à améliorer les possibilités de reprise de contrôle du véhicule (voir section IV.4.). En cas d'échec de la reprise de contrôle, les conséquences d'un accident avec perte de contrôle vont du dommage corporel mortel à des dégâts matériels mineurs. Un facteur important qui détermine les conséquences définitives de ces accidents est l'environnement immédiat de la route, c'est-à-dire le risque de heurter un arbre, un rocher, un poteau électrique ou téléphonique ou la probabilité de la présence de pentes latérales abruptes et de fossés. La gravité des collisions avec des obstacles latéraux varie avec le type d'obstacle. Le SETRA/CETUR (1992) fait état des taux de mortalité les plus élevés pour les accidents contre des arbres (25.1 tués pour 100 accidents) suivis par ceux contre des poteaux électriques ou téléphoniques (17.1 tués pour 100 accidents). Les glissières de sécurité correspondent au contraire au taux le plus faible (9.7 tués pour 100 accidents). Les accidents contre des arbres représentent plus de 25% des accidents contre des obstacles en France et sont ainsi le type d'accident le plus fréquent.

IV.5.2. Création de zones latérales dégagées d'obstacles

Un moyen de réduire le nombre de collisions avec des obstacles latéraux consiste à créer une zone latérale, suffisamment large, dégagée de tout obstacle en supprimant tous les obstacles susceptibles de provoquer des dommages corporels. Ceci accroît la probabilité de récupérer le contrôle quand un véhicule sort de la chaussée et réduit la gravité des conséquences si la manœuvre échoue. Les obstacles latéraux se composent non seulement des arbres, fossés, rochers, poteaux et autres mais les fortes pentes (en montée ou en descente) doivent également être considérées de la sorte. On a démontré en France le bénéfice qu'il y aurait à dégager les bords des routes de ces objets puisque, à

partir d'un modèle de prévision des accidents, on a estimé que les 1 500 tués actuels sur les grandes routes de rase campagne pourraient être ramenés à 500 si l'ensemble de ces routes était pourvu d'une zone latérale de 4 mètres de large dégagée de tout obstacle ou d'une glissière de sécurité continue.

Les valeurs recommandées pour la largeur minimale de la zone dégagée de tout obstacle varient largement d'un pays à l'autre et ne reposent que sur un nombre très limité de données empiriques. Dans certains pays, la valeur minimale est fixe tandis que dans d'autres elle dépend de la catégorie de la route, de la vitesse et/ou du débit. Par exemple, les normes de conception françaises pour les grandes routes en rase campagne recommandent un dégagement de 4 mètres sur les routes existantes et de 7 mètres sur les routes nouvelles ou lorsqu'on installe de nouveaux obstacles sur une route existante (SETRA, 1994). Les directives néerlandaises recommandent un dégagement de 10 mètres pour les autoroutes, de 6 mètres pour les routes de rase campagne à chaussée unique ou chaussées séparées (vitesse de référence : 100 km/h) et de 4.5 mètres pour les routes de rase campagne à chaussée unique (vitesse de référence : 80 km/h) (RONA, 1987). En se fondant sur les pratiques actuelles dans les états Membres de l'Union Européenne et sur les données de recherche disponibles, Schoon (1994) parvient à une "valeur optimale en pratique" de la largeur du dégagement d'au moins 5 mètres pour les routes de rase campagne à chaussées séparées, non autoroutières, et les routes de rase campagne à chaussée unique avec une vitesse de référence de 100 km/h et de 3.5 mètres pour les routes primaires de rase campagne à chaussée unique avec une vitesse de référence de 80 km/h. A titre d'illustration, l'encadré IV.1. rend compte d'expériences menées au Danemark dans le cadre d'un projet pilote sur les zones dégagées d'obstacles en milieu rural.

Encadré IV.1.

Expériences au Danemark relatives aux zones dégagées d'obstacles en milieu rural

Au Danemark, une nouvelle série de principes directeurs a été développée concernant les obstacles latéraux. Ces principes ont été testés sur une section de route dans le Comté de Fredriksborg. Les informations suivantes décrivent la route d'essai.

- 14 km d'une route d'état
- vitesse limite : 80 km/h
- trafic moyen journalier annuel : 6 500 - 8 000
- nombre d'accidents (sur cinq ans) : 10 accidents, 8 blessés, 1 tué.

Le projet a conduit à améliorer 50 points spécifiques pour un coût total de USD 85 000. Ces améliorations ont consisté à traiter les obstacles dans les 9 mètres du bas-côté. Puis on a conduit une étude d'accident et montré qu'après cinq ans on a constaté une réduction de 1.5 accidents avec deux blessés. On a calculé pour la première année un retour sur l'investissement de 53% et montré que les améliorations des bords de route étaient tout à fait faisables.

En Suède, plus de 25% des automobilistes tués sur les routes ont heurté un objet fixe sur le bord de la route. La moitié de ces décès résultent de collisions avec un arbre. La conception des bords de route et les différents objets fixes qui s'y trouvent conditionnent largement les conséquences d'un accident. Le risque le plus important d'être blessé ou tué par des objets fixes correspond à des collisions avec des arbres ou des ponceaux. Les poteaux posent un risque similaire mais plus faible que pour les arbres ou les ponceaux. Le tableau IV.4. montre les coûts relatifs d'un accident en cas de heurt d'un lampadaire en différents endroits et pour différentes limites de vitesse.

Tableau IV.4. **Coûts relatifs d'un accident en cas de heurt d'un lampadaire**

Limite de vitesse	Centre d'un tronçon rectiligne	Bord d'un tronçon rectiligne	Bord intérieur d'une courbe	Bord extérieur d'une courbe	Centre d'un carrefour	Bord d'un carrefour
50 km/h	1.34	2.55	1.00	3.35	1.79	1.36
70 km/h	2.67	5.07	1.74	6.67	3.11	2.36
90 km/h	7.15	13.58	2.84	17.87	5.07	3.85

Source : Nilsson, G. et J. Wenäll (1997).

En se fondant sur ces résultats, Nilsson et Wenall recommandent les mesures suivantes qui peuvent être prises pour réduire les collisions avec les lampadaires et atténuer les conséquences des accidents tout en conservant l'éclairage :

- tous les environnements nouvellement réalisés avec de l'éclairage devraient être munis de supports flexibles et les lampadaires devraient toujours être placés à l'intérieur des courbes ;
- remplacer les poteaux en tube d'acier par des poteaux flexibles ;
- remplacer les lampadaires avec quelques sources de lumière par des poteaux plus longs avec plusieurs sources de lumière ;
- remplacer les poteaux par de l'éclairage suspendu lorsqu'il existe des bâtiments adaptés à cette utilisation ;
- remplacer les lampadaires de part et d'autre de la chaussée par des lampadaires situés dans le terre-plein central s'il en existe un.

Les structures de drainage ou fossés posent un problème particulier pour la conception des bords de la voie. En général les fossés ne sont pas pris en compte dans le cadre du processus de conception mais sont laissés aux ingénieurs hydrologues dont l'objectif principal est de disperser efficacement l'eau. Malheureusement ceux-ci ne sont en général pas conscients des conséquences de leur travail en matière de sécurité. Les résultats d'une analyse récente des données d'accidents mortels au Canada (Sanderson, 1996) ont montré que 22% des accidents avec sortie de route d'un véhicule isolé impliqueraient un heurt avec une tranchée ou un remblai (le plus souvent il s'agit du versant arrière d'une tranchée). Ce problème mérite donc qu'on s'y intéresse d'urgence.

La forme des talus peut soit augmenter la gravité d'un accident soit aider à l'empêcher. De manière plus spécifique, des talus à faible pente peuvent réduire les conséquences d'un tonneau. Environ 55% des sorties de route avec tonneau entraînent des blessures et 1 à 3% sont des accidents mortels (FHWA, 1992). Seuls les accidents impliquant des piétons ou les chocs frontaux entraînent un pourcentage de blessés plus élevé. Le tableau IV.5. montre la réduction (en pourcentage) du nombre d'accidents n'impliquant qu'un seul véhicule et du nombre total d'accidents résultant de l'aplatissement des talus. Par exemple, aplanir un talus de pente 2:1 à 6:1 entraîne une réduction de 21% du nombre d'accidents n'impliquant qu'un seul véhicule et de 12% du nombre total d'accidents. Le rapport de la FHWA conclut qu'il est nécessaire de concevoir des talus de pentes 5:1 ou plus faible afin de réduire l'incidence des tonneaux.

Table IV.5. Réduction (en pourcentage) du nombre d'accidents n'impliquant qu'un seul véhicule et du nombre total d'accidents résultant de l'aplanissement des talus

Pente du talus avant aménagement	Pente du talus après aménagement							
	4:1		5:1		6:1		7:1	
	Accident à un véhicule	Total	Accident à un véhicule	Total	Accident à un véhicule	Total	Accident à un véhicule	Total
2:1	10	6	15	9	21	12	27	15
3:1	8	5	14	8	19	11	26	15
4:1	0	--	6	3	12	7	19	11
5:1	--	--	0	--	6	3	14	8
6:1	--	--	--	--	0	--	8	5

Source : FHWA.

IV.5.3. Glissières de sécurité et atténuateurs de choc

A l'évidence, il est impossible de supprimer tous les obstacles latéraux. Ceux qui subsistent peuvent être protégés au moyen de glissières de sécurité ou d'atténuateurs de choc (coussins amortisseurs). Les glissières de sécurité sont conçues avec une longueur spécifique nécessaire pour protéger efficacement un obstacle latéral ou un élément de la bordure de voie en tenant compte de facteurs comme le tracé de la route, la vitesse de circulation et la distance entre l'objet et le bord de la route. Des considérations de rentabilité devraient orienter les décisions relatives à l'emplacement des glissières de sécurité en bordure de voie. Un exemple d'une telle approche est fourni par le modèle informatique ROADSIDE (AASHTO, 1996) largement utilisé en Amérique du Nord. Un nouveau modèle de génération, l'IHSDM (Interactive Highway Safety Design Model – modèle interactif de conception des routes pour la sécurité), est actuellement en cours de développement à l'administration fédérale des routes (FHWA) des États-Unis. En particulier, le module d'analyse des accidents de ce nouveau modèle permet d'effectuer des analyses de rentabilité de différentes variantes de conception des routes.

Il existe de nombreux types différents de glissières de sécurité satisfaisant aux normes actuelles de résistance aux chocs. Elvik *et al.*, (1997) ont fait la synthèse de vingt études portant sur les effets de glissières de sécurité placés le long du bord de route sur la sécurité. Ils ont conclu que l'installation de glissières là où il n'existait rien auparavant se traduisait par une réduction moyenne de 45% des accidents mortels, de 52% des accidents avec dommages corporels et de 18% des accidents avec dommages matériels. Ces données montrent que les glissières de sécurité sont particulièrement efficaces dans la réduction des accidents les plus graves. Il faut toutefois noter que ces glissières de sécurité ont été mises au point pour les autoroutes et ne prennent pas en compte les conditions spécifiques des routes de rase campagne. Pour tenir compte de ce qui précède, le choix du type de glissière le mieux adapté doit se fonder sur un certain nombre de facteurs comme le débit, la vitesse pratiquée, la composition du trafic et les angles d'impact possibles. Il va sans dire que se contenter de copier et d'installer des glissières conçues pour les autoroutes n'est pas nécessairement ce qui convient pour les conditions en milieu rural. Quelle que soit la situation, il est primordial d'installer correctement la glissière. Celle-ci ne doit être ni trop basse (risque de renversement) ni trop haute (risque d'encastrement) par rapport à la route. Un inconvénient des glissières de sécurité est que lorsqu'elles sont heurtées, elles peuvent renvoyer le véhicule dans le flux de circulation ce qui, en particulier sur les routes de rase campagne à voie unique, peut entraîner une collision secondaire (souvent grave). Aux Pays-Bas des recherches très prometteuses sont en cours visant à mettre au point une glissière qui, en cas de collision, maintiendrait le véhicule, proche d'elle. Les premiers essais en vraie grandeur avec une vitesse de choc de 50 km/h ont donné de bons résultats.

Pour les concepteurs de glissières de sécurité, le traitement même de leurs extrémités constitue une préoccupation majeure car elles constituent un autre problème de sécurité qu'il faut traiter convenablement. Dans les premières années qui ont suivi l'apparition des glissières, toute l'attention s'est concentrée sur les caractéristiques de résistance et de déflexion de la glissière et sur la protection assurée par rapport à l'objet latéral, sans beaucoup se préoccuper du fait que les extrémités exposées des glissières rigides ou semi-rigides constituaient également des dangers latéraux. La décélération brutale des véhicules ou leur "embrochement" sur les extrémités exposées des glissières a conduit à la mise au point du recourbement vers le bas des extrémités sur les glissières en W, les glissières en U et finalement sur les murets en ciment. Bien que les extrémités recourbées vers le bas soient assez efficaces pour éviter que les véhicules ne "s'embrochent" et pour réduire la gravité des collisions grâce à des extrémités moins agressives, ces extrémités recourbées sont en général construites parallèlement à la chaussée si bien que lorsqu'un véhicule quitte la chaussée et rentre dans l'extrémité recourbée, celle-ci se comporte comme une rampe et le véhicule se retrouve projeté en l'air. Pour éviter ce type de situation, la bonne pratique impose maintenant que, lorsqu'on utilise encore des extrémités recourbées, la glissière soit progressivement écartée de la chaussée avant que l'extrémité ne soit recourbée. En tranchée, l'extrémité peut également être enterrée dans le remblai qui borde la chaussée.

D'autres traitements des extrémités qui entraînent la rupture en cas de choc ou qui sont conçus pour absorber l'énergie du véhicule qui heurte ont également été mis au point. On peut citer comme exemples récents des traitements des extrémités où la poutre de la glissière s'enroule ou se brise pour dissiper l'énergie du choc. Dans le cas d'un muret de sécurité en béton où l'écartement de l'extrémité recourbée n'est ni possible ni désirable, il est recommandé d'utiliser des coussins d'amortissement ou des atténuateurs de choc. Ceux-ci peuvent prendre de nombreuses formes différentes depuis le tonneau rempli de sable jusqu'à différentes associations de matériaux absorbant l'énergie contenus dans une enveloppe extérieure qui déborde, qui dote également l'atténuateur de capacités de réorientation du véhicule dans les situations où il ne s'agit pas d'un choc frontal. Les atténuateurs de choc peuvent également servir pour protéger des obstacles rigides isolés.

IV.5.4. Mobilier urbain cassable ou flexible

Le mobilier urbain, c'est-à-dire les lampadaires, les balises routières le long de la chaussée, les poteaux électriques et les feux et panneaux de signalisation, correspondent à une part substantielle des accidents de la route contre des obstacles fixes. Outre déplacer les poteaux et les éloigner du bord de la route ou les protéger par des glissières de sécurité ou des atténuateurs de choc, le mobilier urbain cassable ou flexible est une technique en pleine évolution qui peut contribuer favorablement à la sécurité des routes de rase campagne (ETSC, 1998). L'avantage de ces matériaux réside dans le fait qu'ils se brisent sous le choc et, dans la mesure où la progression du véhicule est à peine affectée, ils tendent à tomber derrière le véhicule. Ce type de mobilier urbain semble offrir un potentiel important de réduction des accidents, en particulier à des vitesses supérieures à 50-60 km/h (Cirillo et Council, 1986, cité par Ogden, 1996). Toutefois, ce type d'application ne doit pas être installé sur des routes très fréquentées par des piétons et/ou des cyclistes en raison du risque d'accident secondaire provoqué par la chute du poteau. Le mobilier flexible, contrairement au précédent, cède progressivement sous le choc et ainsi se plie sur le véhicule. Actuellement ces deux types de mobilier urbain sont surtout utilisés pour les lampadaires et les grands panneaux de signalisation. Aux États-Unis, des activités prometteuses sont en cours pour mettre au point des poteaux électriques cassables. A l'heure actuelle, la FHWA a homologué deux conceptions qui satisfont les critères de performance définis par Ross *et al.*, (1993). Aux Pays-Bas, les lampadaires en aluminium, à condition qu'ils ne dépassent pas 10 mètres de hauteur, s'avèrent une variante de qualité et moins coûteuse (Schoon, 1997). En Suède,

un lampadaire en acier déformable (breveté) a été développé dans les années soixante-dix. En cas de collision, le pied du lampadaire ne se rompt pas mais il se courbe autour du véhicule.

IV.6. Panneaux, marquage et éclairage

Les panneaux et le marquage remplissent l'importante fonction d'avertir, réguler et guider les usagers de la route. Ils apportent une information visuelle supplémentaire qui vient renforcer la conception existante de la route (par exemple marquages latéraux et sur la chaussée), la compléter (par exemple panneaux locaux de réglementation de la priorité) ou compenser des éléments locaux de tracé qui sont en dessous de la norme (par exemple panneaux annonçant une courbe ou un rétrécissement de la chaussée). En général, il faut que les panneaux et marquages soient visibles en toute circonstance, c'est-à-dire pluie, neige, obscurité. Il faut également qu'ils soient lisibles et compréhensibles ce qui signifie qu'ils doivent être bien situés, convenablement entretenus (voir également section IV.5.) et d'une taille suffisante. Le nombre croissant d'usagers de la route âgés rend ces deux exigences encore plus pressantes.

IV.6.1. Marquage de la chaussée

Comme leur nom l'indique, les marquages de chaussée sont des marques sur la chaussée destinées à transmettre à l'usager de la route des informations pour faciliter la tâche de conduite. Ogden (1996) distingue trois types de marquages de chaussée : lignes longitudinales (lignes centrales, délimitation des voies, ligne de rive), lignes transversales (ligne stop, passage pour piétons ou deux roues) et marquage employant des mots ou des symboles (par exemple flèches pour la canalisation, information directionnelle, limites de vitesse). Cette dernière catégorie ne devrait être employée qu'avec parcimonie parce que les symboles risquent d'être peu ou pas du tout visibles lorsque les conditions sont mauvaises, c'est-à-dire la nuit, lorsque la chaussée est mouillée ou couverte de neige, lorsque le trafic est chargé, et aussi parce que la peinture ou le matériau thermoplastique employé risque d'être glissant, pour les motocyclettes en particulier. Les lignes centrales et de rive sont particulièrement utiles pour aider les véhicules à se positionner correctement lorsque la visibilité est mauvaise ou dans les virages. L'emploi d'un matériau rétro-réfléchissant peut contribuer à renforcer la visibilité de ces lignes. En utilisant un modèle d'éblouissement des phares (PCDETECT), une étude menée pour Transport Canada (ADI, 1992) a montré que les lignes de rive restent la seule délimitation qui reste visible pour le conducteur lorsqu'un véhicule en codes vient en face, ce qui fait ressortir leur importance toute particulière en matière de sécurité. Plusieurs études citées par Ogden (1996) ont indiqué l'utilité du marquage longitudinal pour réduire les accidents, et particulièrement les sorties de route la nuit. Néanmoins, d'autres études mentionnées par le SETRA/CETUR (1992) indiquent que sur les petites routes à faible débit l'introduction de lignes centrales et latérales peut induire des vitesses plus élevées et donc une augmentation des accidents avec dommages corporels. La mise en oeuvre des marquages de chaussée qui suggèrent un niveau de qualité de service supérieur à celui permis par les caractéristiques géométriques de construction de la route peut se traduire par une sensation fallacieuse de "confort" pour le conducteur et doit être évité.

Les dispositifs sonores constituent une autre forme de marquage de la chaussée. Ils fournissent un indice sonore (lignes rainurées) ou tactile (lignes surélevées) pour alerter les conducteurs et les prévenir d'un changement de condition. Ils peuvent être appliqués sur des lignes longitudinales (latérale ou centrale) ou sur des lignes transversales (par exemple approche d'un carrefour, changement de la limite de vitesse). En utilisation le long de tronçons, ces dispositifs s'avèrent efficaces pour réduire les accidents avec sortie de route qui sont souvent liés à la fatigue du conducteur. Par exemple, au Canada, la province de l'Alberta a commencé à installer des dispositifs

sonores sur les accotements des routes de rase campagne et en attend une réduction d'environ 20% des accidents avec sortie de route d'un véhicule isolé. L'effet de ces dispositifs en installation transversale est moins net et il est avancé qu'utilisés seuls, ils ne suffisent pas à faire ralentir les véhicules. Au Royaume Uni, le TRL a conduit plusieurs essais sur différentes mesures de sécurité pour les routes rurales, y compris un marquage transversal d'alerte et des bandes sonores, dans le cadre d'une recherche plus large sur les mesures techniques à faible coût d'amélioration de la sécurité en rase campagne (Barker, 1997).

IV.6.2. Marquages latéraux

Les marquages latéraux comprennent les poteaux de guidage rétro-réfléchissants et les poteaux réfléchissants installés à une certaine distance du bord et destinés à préciser le tracé horizontal. Les panneaux réfléchissants peuvent être utilisés le long d'un tronçon, qu'il existe ou non une bande blanche latérale. Toutefois, ils sont souvent réservés à des portions particulières, par exemple pour guider les conducteurs dans une courbe ou sur un ouvrage d'art. La plupart des études montrent que leur installation est bénéfique en termes de sécurité. Pourtant, à l'encontre de cette opinion dominante, une étude expérimentale réalisée sur les routes finlandaises (Kallberg, 1991) a montré que l'installation de poteaux réfléchissants sur des routes limitées à 80 km/h conduisait à une augmentation de la vitesse de 5 km/h la nuit et à une augmentation statistiquement significative des accidents avec dommages corporels par rapport à des routes témoins non traitées. Sur des routes plus larges avec de meilleures caractéristiques de construction (vitesse limite de 100 km/h), le choix de la vitesse n'est pas affecté et le nombre global d'accidents avec dommages corporels diminue alors que, la nuit, il augmente. Toutefois, ces derniers effets ne sont pas statistiquement significatifs. L'étude de Kallberg indique, une fois de plus, qu'il faut veiller à ne pas donner trop d'indications visuelles sur une route dont la conception est relativement médiocre pour ne pas risquer d'induire des vitesses inadaptées à cette route. Mais si les marquages latéraux sont réservés à des sites particulièrement dangereux (courbes, ouvrages d'art, etc.), l'effet sur la vitesse et les accidents sera moins négatif. Les chevrons et autres marqueurs d'objet spécifiques constituent d'autres types de marquages latéraux qui sont utilisés pour avertir les conducteurs de situations particulières comme des milieux de chaussée, des courbes étroites, des bordures d'ouvrages d'art, etc. Ils peuvent être constitués de matériaux réfléchissants ou être éclairés de l'intérieur. A l'évidence le matériau constitutif de ces dispositifs de marquage routier doit être flexible de façon à ne pas représenter un danger pour les usagers de la route en cas de choc.

Le tableau IV.6. indique les pourcentages de réduction des accidents qui résultent des différents marquages latéraux. Tous ces chiffres concernent les accidents avec dommages corporels et donnent le pourcentage de variation du nombre de ces accidents. Ces informations montrent clairement qu'aucun de ces dispositifs de marquage latéral n'améliore significativement la sécurité. L'absence d'effet sur la sécurité est probablement due au fait que les usagers adaptent leur comportement, notamment en roulant plus vite la nuit. Il convient également de noter que, en fonction de l'étude utilisée comme référence, il existe des écarts importants dans les diverses études entre les conditions et les caractéristiques spécifiques des routes.

Tableau IV.6. **Les marquages latéraux et leur effet sur les accidents avec dommages corporels**

Marquage	Effet sur la sécurité
Bande blanche ordinaire en bordure	- 3%
Bordure blanche large (20 cm au lieu de 10 cm)	+ 5%
Bandes rainurées en accotement (bordure intermittente)	+ 2%
Poteaux réfléchissants (tels qu'étudiés par Kallberg)	+ 4%

Source : Elvik *et al.*, 1997.

IV.6.3. Panneaux de signalisation

Les panneaux de signalisation fournissent des informations sur la réglementation locale, avertissent des situations dangereuses en aval ou indiquent la direction d'un itinéraire ou des services aux automobilistes. Ils doivent être visibles, lisibles, compréhensibles, utiles et assurer une continuité de l'information. Tous les pays ont édicté des prescriptions relatives à la signalisation routière qui tiennent généralement compte de la lisibilité et de l'intelligibilité. Toutefois, l'âge croissant des usagers de la route dans la plupart des pays Membres de l'OCDE peut, en particulier, imposer un réexamen de la lisibilité des panneaux. La visibilité, l'utilité et la cohérence des panneaux et de la signalisation sont un sujet de préoccupation plus important. Par exemple, les panneaux peuvent être dissimulés par des arbres, des haies, des bosquets ou même par d'autres panneaux. Si, en un endroit donné, il y a trop de panneaux, ceci peut provoquer la confusion ou la distraction de l'utilisateur de la route plutôt que l'aider. En ce qui concerne les panneaux d'avertissement, l'incohérence peut être un problème lorsque, par exemple, sur une route donnée un panneau d'avertissement annonce certaines courbes mais pas d'autres, pourtant tout à fait analogues. Tout ceci présente un intérêt particulier sur les routes de rase campagne.

IV.6.4. Eclairage des rues

On considère en général que l'éclairage des rues contribue à réduire d'environ 25% les collisions de nuit, encore que des études isolées révèlent des écarts importants dans les effets de l'éclairage. Persaud (1992), dans une analyse de l'expérience européenne et nord-américaine en matière de collision, concluait qu'il était raisonnable d'attendre une réduction de 25-30% du nombre total de collisions de nuit et de 30-50% des collisions de nuit avec dommages corporels lorsqu'on éclaire les autoroutes et autres grands axes. Toutefois, il indiquait également qu'on ne savait pas quels étaient les facteurs, comme le débit, la classification de la route, les vitesses pratiquées, qui expliquaient la variance de ces valeurs. Ces résultats concernant les autoroutes et autres grands axes, il est difficile de dire s'ils sont ou non transposables à d'autres types de routes. En se fondant sur une méta-analyse de 37 études d'évaluation de l'éclairage public, Elvik (1995b) rapporte que les effets de l'éclairage des routes sur la gravité des accidents varient de manière importante : les accidents mortels de nuit diminuent de 65% ; les accidents avec dommages corporels de nuit diminuent de 30% ; et les accidents de nuit avec dommages matériels exclusivement diminuent de 15%. Les études ne précisant pas la gravité de l'accident relèvent une réduction de 18% des accidents de nuit. La méta-analyse portait sur des voies urbaines, des routes de rase campagne et des autoroutes. Toutefois, les résultats des études d'évaluation sont semblables pour les trois environnements même en tenant compte de la gravité des accidents.

Persaud (1992) a également examiné les mérites relatifs de l'éclairage des intersections comparé à l'éclairage continu de la chaussée. Si l'auteur reconnaît que les résultats des recherches sont quelque peu anciens, il conclut que la différence dans les taux d'accidents entre intersections éclairées et non éclairées est d'environ 20%, c'est-à-dire que les taux d'accidents sur les intersections éclairées sont presque 20% inférieurs à ceux des intersections non éclairées.

Si l'éclairage des routes semble s'accompagner d'une réduction du nombre des collisions la nuit dans certaines conditions, la section IV.5. a montré que les lampadaires en bordure de voie ou situés sur un terre-plein central risquaient également de contribuer au nombre d'accidents qui se produisent si leur conception et leur localisation ne sont pas convenablement étudiées.

IV.7. Entretien et zones sous chantier

Les routes existantes doivent être entretenues afin de maintenir aux normes la chaussée et son abord immédiat. Les activités d'entretien concernent la chaussée, les panneaux et marquages ainsi que les bords de route. En outre, pour les pays nordiques et d'autres avec des conditions hivernales rigoureuses, un entretien hivernal s'impose pour assurer la sécurité des conditions de circulation. Qu'il s'agisse d'activités de reconstruction ou d'entretien, elles perturbent la situation normale de circulation, ce qui conduit généralement à une augmentation temporaire des accidents dans la zone sous chantier et à proximité de celle-ci.

IV.7.1. Entretien de la chaussée

Les accidents liés à la chaussée résultent principalement d'une faible adhérence qui dégrade le contact entre les roues et le revêtement de la chaussée. Les dérapages sont particulièrement fréquents par temps de pluie et dans les courbes. L'adhérence peut être améliorée par différents moyens comme le rainurage de la chaussée ou l'ajout au revêtement d'une couche présentant un coefficient de frottement élevé. On estime qu'environ 70% des accidents sur chaussée humide pourraient potentiellement être évités en améliorant l'adhérence. Un autre facteur est l'uni de la chaussée et les irrégularités comme les nids de poule. D'après Ogden (1996), dans les pays développés où les chaussées sont en général bien entretenues, ce facteur n'intervient que de façon mineure dans les accidents de véhicules légers mais peut avoir une incidence beaucoup plus importante dans les accidents de poids lourds. Les améliorations de la chaussée en des endroits autres que ceux caractérisés par une incidence importante des accidents, par exemple pour des raisons liées à la réduction du coût d'exploitation des véhicules, peut n'avoir aucun effet et même avoir au départ des effets négatifs (Hauer *et al.*, 1994), peut-être parce que les aménagements induisent des vitesses plus élevées. D'après le Transportation Research Board des États-Unis (TRB, 1997), le rechargement de routine du revêtement des routes de rase campagne augmente les accidents sur chaussée sèche d'environ 10% mais réduit les accidents sur chaussée humide d'environ 15%. La conclusion est que l'effet global de la réfection du revêtement des routes de rase campagne sur la sécurité est faible mais qu'elle est susceptible d'améliorer la situation sur des routes présentant un nombre extrêmement élevé d'accidents sur chaussée humide.

Comme mentionné dans le chapitre III, l'orniérage des chaussées peut constituer un sérieux problème, en particulier si les ornières se remplissent d'eau et entraînent ainsi l'aquaplanage des véhicules. Bien qu'il n'existe que quelques références sur ce sujet, Lay (1981) estime qu'il n'y a risque d'aquaplanage que si l'épaisseur du film d'eau est supérieure à 6 mm et si la vitesse dépasse 80 km/h. En ce qui concerne la profondeur maximum d'ornière pour éviter l'aquaplanage, Haas *et al.*, (1994) estime qu'une ornière d'épaisseur 18 mm (3/4 pouce) est acceptable sur les routes collectrices.

Une façon d'utiliser ce type d'information est mentionnée dans l'exemple suivant. Récemment un contrat de privatisation d'un réseau en Nouvelles Galles du Sud (Australie) imposait que l'exploitant routier garantisse une épaisseur d'ornière inférieure à 12 mm sur les artères principales et inférieure à 15 mm sur les routes collectrices (Haas *et al.*, 1998).

IV.7.2. Entretien des panneaux, marquages et délinéateurs

Il faut entretenir convenablement les panneaux, marquages et délinéateurs de façon à ce qu'ils puissent continuer à remplir leur fonction sécuritaire d'avertissement, de régulation et de guidage des usagers de la route. Les panneaux peuvent pâlir au soleil ou devenir illisibles à cause de la saleté ou d'arbres non taillés. Les marquages routiers et bordures peuvent s'user sous l'effet de passages fréquents du trafic automobile et leur rétro - réflexivité peut se dégrader. Butula (1993) fait la distinction entre entretien périodique (préventif) et entretien curatif (en urgence). Pour permettre une planification et une programmation convenables des activités d'entretien périodique et des coûts associés, il recommande de dresser un inventaire de tous les dispositifs de régulation de la circulation. Cet inventaire contiendrait pour chaque dispositif des informations détaillées sur la localisation, l'âge, le matériau, l'espérance de vie et d'autres données pertinentes. En outre, il faudrait établir un calendrier des inspections de routine périodiques pour identifier ce qui suit : où manque-t-il des panneaux ; les dispositifs et leur support sont-ils en bon état, lisibles et visibles ; les panneaux sont-ils encore ou non indispensables et correctement placés ? Il est très important de réaliser ces inspections à la fois dans des conditions diurnes et dans des conditions nocturnes.

IV.7.3. Entretien des bords de la voie

L'entretien des bords de la voie comprend la vérification des équipements de sécurité en bordure de la voie, éventuellement suivie de leur réparation ou remplacement et la suppression de tout ce qui peut faire obstruction. L'entretien préventif des équipements de sécurité en bordure de voie, par exemple glissières de sécurité, atténuateurs de choc, garde-fous sur les ouvrages d'art, peut être organisé en parallèle à l'entretien des équipements de régulation comme on l'a vu ci-dessus. En l'absence de dommages externes provoqués par une collision, l'espérance de vie des équipements de sécurité en bordure de voie est généralement assez longue. Il est indispensable de mener régulièrement des inspections de routine pour vérifier l'absence de dommages qui n'auraient pas été signalés. Là encore, ceci peut être organisé en parallèle avec l'inspection des équipements de régulation du trafic. Les sources d'obstruction en bordure de la voie — par exemple des plantes qui réduisent la visibilité, des arbres tombés ou tout autre objet sur l'accotement — doivent être enlevés. Dans le cas de plantes ou d'arbres qui cachent un panneau, il vaut mieux déplacer ce dernier car il est fort probable que les végétaux repousseront au même endroit. En pratique, l'action de remplacement ou de réparation sur les éléments de configuration ou d'équipement du bord de la route qui posent des problèmes de sécurité est assez lente. Ceci résulte sans doute en partie de considérations financières mais il y a sans doute également, dans les services locaux des routes et chez les responsables de l'entretien, une prise de conscience et des connaissances techniques insuffisantes quant à l'importance du bord de la voie pour la sécurité routière. Ceci indique que le transfert de connaissances et la formation dans le domaine de la sécurité des bords de voie devraient favoriser l'amélioration et l'opportunité du traitement des dangers en bordure de voie.

IV.7.4. Entretien hivernal

Dans la partie septentrionale de l'hémisphère, la circulation hivernale peut être perturbée par la présence de neige ou de verglas sur la chaussée. En général, l'effet des conditions hivernales sur la sécurité de la circulation est assez limité encore qu'on puisse constater une augmentation locale et temporaire des accidents. Néanmoins, dans la mesure où les vitesses sont plus faibles, les conséquences des accidents d'hiver sont souvent moins graves que celles des accidents qui se produisent en dehors de cette saison. Ceci est illustré par des données d'accident de la Finlande (Toivonen, 1998) qui suggèrent que les conditions hivernales affectent essentiellement le nombre d'accidents avec dommages matériels uniquement. Pour l'ensemble des accidents, le risque sur les routes finlandaises est supérieur de 36% en hiver à ce qu'il est en été. La valeur correspondante pour les accidents avec dommages corporels est de 4% et pour les accidents mortels de 14%. En Finlande, les limites de vitesse sont abaissées en hiver (de 120 à 100 km/h sur les autoroutes, de 100 à 80 km/h sur les 80% des autres grands axes en milieu rural). De plus les pneumatiques spéciaux hiver sont obligatoires et 95% des voitures particulières sont équipées de pneus neige cloutés.

Nonobstant ces chiffres, un entretien adéquat contribue à la sécurité relative des conditions de conduite en hiver. Une expérience menée en Finlande (Alppivuori *et al.*, 1995) a montré qu'en diminuant de 80% la quantité normale de sel utilisé pour faire fondre la glace et en triplant simultanément la quantité de sable, on constatait une augmentation d'environ 5% du nombre d'accidents avec dommages corporels comparé aux routes traitées de la manière habituelle. Sur les routes avec un débit journalier inférieur à 6 000 véhicules (80% des routes visées par l'expérience), l'augmentation se situait autour de 20% (quatre accidents), le nombre d'accidents mortels n'ayant pas augmenté. Sur les routes avec un salage réduit, les niveaux de coefficient de frottement inférieurs à 0.3 étaient deux fois plus fréquents que sur les routes témoins.

Selon le SETRA/CETUR (1992), il est difficile de trancher entre les avantages et les inconvénients des différentes techniques d'exécution de l'entretien hivernal, compte tenu du niveau actuel de connaissances sur la question. Toutefois, il est souligné que, pour une route donnée, la cohérence et la fiabilité des activités d'entretien hivernal ont peut-être plus d'importance que le niveau absolu d'entretien.

IV.7.5. Zones sous chantier

Les travaux d'entretien ou de reconstruction perturbent la situation normale de circulation. L'effet des zones sous chantier et à proximité sur la sécurité varie largement. Une étude, citée par Ogden (1996), portant sur 79 projets de travaux routiers aux États-Unis rapporte une augmentation moyenne des accidents de 7.5%. Toutefois, pour un tiers environ des sites l'augmentation était de plus de 50% et pour 31 sites il y avait eu une diminution. L'étude a également montré que les travaux routiers de courte durée et portant sur un tronçon de faible longueur affichaient les plus mauvais résultats en termes de sécurité.

L'OCDE (1989) indique que la vitesse excessive, la gestion du trafic sur le site des travaux, les mauvaises conditions météo, la présence de poids lourds et les heures d'obscurité sont tous des facteurs qu'on retrouve associés aux accidents dans les zones sous chantier. Ogden (1996) propose la synthèse suivante : les zones sous chantier doivent être convenablement signalées en amont, la circulation doit y être régulée de manière claire et dépourvue d'ambiguïté et la zone doit être laissée dans un état de parfaite sécurité en dehors des périodes de travail proprement dites. Les travaux réalisés dans le cadre du projet ARROWS (1997a), financé par la Commission Européenne, ont produit une analyse d'ensemble des mesures de sécurité actuellement appliquées et innovantes pour les

zones sous chantier. Toutefois, on a montré que les effets des différentes mesures sur le comportement et/ou les accidents n'ont été que rarement étudiés et que, lorsque c'était le cas, les résultats étaient souvent contradictoires. Butula (1993) recommande des inspections hebdomadaires pour vérifier l'état et l'emplacement des dispositifs locaux de régulation du trafic qui, en raison de l'activité du chantier, sont fortement susceptibles d'être déplacés ou salis. Pour ce qui concerne la vitesse, l'OCDE (1989) indique que les limites de vitesse dans les zones sous chantier doivent être réalistes et soutenues par des mesures d'accompagnement adéquates et non pas exclusivement par la signalisation. Lorsque l'importance des travaux impose une déviation, l'itinéraire proposé est souvent d'une qualité inférieure et n'est pas équipé pour faire face à des flux importants de trafic de transit. Dans une telle situation, les conducteurs sur la déviation risquent de ne pas adapter suffisamment leur comportement aux conditions nouvelles, moins bonnes, qu'ils rencontrent. Aussi faut-il veiller particulièrement à la sécurité de l'itinéraire de déviation. Par exemple, une signalisation directionnelle claire et sans ambiguïté, des panneaux d'avertissement, l'affichage des limites de vitesse et d'autres mesures temporaires peuvent ensemble aider à préserver un niveau acceptable de sécurité.

IV.8. Les usagers de la route vulnérables : piétons et cyclistes

Le nombre de bicyclettes, cyclomoteurs et piétons sur les routes de rase campagne varie largement d'un pays à l'autre. L'intensité de ce type de trafic est surtout déterminée par les caractéristiques physiques (par exemple relief et infrastructures spécifiques disponibles) et culturelles (par exemple le statut de la bicyclette comme moyen de transport, habitude de marcher ou courir pour la bonne forme physique) du pays. En général, les routes de rase campagne se caractérisent par des flux de piétons très faibles, en dehors peut-être de certaines zones commerciales ou de loisirs. En revanche, les bicyclettes et cyclomoteurs légers peuvent être beaucoup plus fréquents.

Les conséquences des accidents entre véhicules motorisés et usagers de la route vulnérables sont en général très graves en raison du différentiel important entre masses et vitesses. Par exemple, 85% des piétons impliqués dans une collision avec un véhicule décèdent si le véhicule roule à 65 km/h. En comparaison, si celui-ci roule à 30 km/h seulement 5% des piétons meurent (ETSC 1995). Alors que la majorité des accidents de bicyclette se produisent en milieu urbain, le taux de décès est beaucoup plus important hors agglomération. Les deux principales catégories d'accident de bicyclette sont liées à la traversée d'une route et à l'utilisation mixte d'un même tronçon routier. Le rapport 310 du TRL sur la pratique de la bicyclette en zone rurale (Gardner, 1998) souligne un risque accru de blessures mortelles pour les cyclistes sur les routes de rase campagne, et l'éparpillement des endroits où surviennent les accidents des cyclistes, d'où la difficulté des traitements.

IV.8.1. Segments de routes

En séparant physiquement les piétons et les cyclistes du trafic motorisé rapide, on peut prévenir la majorité des accidents qui résultent d'une mixité d'usage de la même route. Au plan de la sécurité, la meilleure solution est de mettre en oeuvre des voies séparées pour le trafic deux-roues et piétons. Il faut veiller tout particulièrement aux situations où les voies pour deux-roues/piétons traversent la route principale et celles où la piste cyclable (séparée) rejoint la route principale. A l'entrée d'un village par exemple, les voies pour piétons et deux-roues peuvent être installées sur un seul côté de la chaussée principale ou de chaque côté. La FESR (1996) conseille d'installer une piste cyclable en sens unique de chaque côté de la route dans les cas suivants :

- si le trafic des bicyclettes est important ;
- si l'itinéraire traverse plusieurs villages à la suite ; ou

- dans une zone où l'habitat est dispersé.

Le Danemark et les Pays-Bas sont défavorables à l'installation de pistes cyclables à double sens parce que les conducteurs de voitures ne s'attendent pas à voir des cyclistes déboucher de "la mauvaise direction" et parce qu'elles imposent aux cyclistes des manœuvres supplémentaires de traversée.

IV.8.2. *Franchissement de routes*

Le moyen le plus efficace de réduire les accidents de traversée consiste à déniveler les carrefours. Il s'agit toutefois d'une solution très coûteuse qui ne trouve sa rentabilité qu'en des endroits où la fréquence des accidents est élevée. En outre, ni les piétons ni les cyclistes n'apprécient de devoir emprunter des passages supérieurs ou inférieurs, surtout si cela leur impose un effort physique supplémentaire et leur prend plus de temps qu'un passage à niveau. Déniveler la chaussée pour les automobilistes pour résoudre le problème est encore plus coûteux, surtout sur les routes existantes. Les feux de circulation peuvent offrir une autre solution pour franchir les grandes routes mais les effets en terme de sécurité sur les automobilistes qui se trouvent sur ces routes risquent d'être négatifs.

La FESR (1996) liste trois principes de sécurité pour les franchissements à niveau, en l'absence de feux destinés aux piétons et cyclistes :

- faciliter la coordination des mouvements entre les conducteurs de véhicule à moteur et les usagers de la route vulnérables en améliorant la visibilité ;
- réduire l'exposition des usagers vulnérables lors de la traversée en minimisant la longueur des zones de conflit ;
- ralentir les véhicules.

Minimiser la longueur de la zone de conflit peut se faire en rétrécissant la chaussée — ce qui a également un effet ralentisseur — ou en installant un refuge médian. La faisabilité de telles solutions dépend, entre nombreuses autres choses, de l'équilibre entre flux de trafic motorisé et non motorisé. Pour ce qui concerne les pistes cyclables parallèles à la route principale et traversant une route moins importante, la FESR (1996) distingue deux dispositions. Une approche consiste à prolonger la piste parallèlement à la route principale en donnant la priorité aux deux-roues sur le trafic en provenance de l'autre voie. Cette option n'est applicable que si la piste cyclable est à sens unique mais, même ainsi, une telle disposition peut donner naissance à des conflits entre cyclistes et véhicules qui quittent la route principale pour s'engager sur l'autre route. Ce type de conflit peut être réduit en positionnant la piste cyclable immédiatement au bord de la chaussée dans les 30 mètres environ qui précèdent l'intersection. La seconde approche consiste en une piste cyclable légèrement écartée de la route principale – d'environ la longueur d'une voiture particulière – sur laquelle les cyclistes doivent laisser la priorité aux véhicules engagés sur l'autre route, même s'il s'agit de véhicules qui viennent juste de quitter la route principale. Selon le rapport de la FESR, cette seconde approche doit toujours être appliquée dans le cas d'une piste cyclable en double sens mais peut également être retenue lorsque la piste est à sens unique. Les carrefours à sens giratoire sont également une option encore que leur effet positif pour la sécurité des cyclistes soit moindre que pour les autres usagers de la route. Un tel carrefour reste néanmoins beaucoup plus sûr que l'intersection classique à quatre branches (voir section IV.4.5). Les recherches et les discussions se poursuivent quant à la meilleure position à adopter pour les cyclistes dans ces carrefours et, dans le cas de voies de circulation séparées, quant aux règles de priorité les plus sûres.

IV.9. Identification des problèmes (potentiels) de sécurité et des solutions

La majorité des routes de rase campagne existantes ont été construites alors que la sécurité ne posait pas problème. Alors que les aspects de sécurité ont pris une importance croissante au cours des dernières décennies, trop souvent la sécurité reste un argument implicite en concurrence avec des arguments d'efficacité, de confort et de coût global. En conséquence, les routes existantes et, trop souvent, les nouveaux projets routiers sont dépourvus des éléments fondamentaux connus pour améliorer la sécurité des usagers. Il existe un certain nombre de méthodes souvent complémentaires permettant de vérifier d'une manière systématique et implicite la sécurité des routes existantes, des nouveaux projets ainsi que des projets importants de reconstruction. L'expérience montre que des mesures à faible coût et forte rentabilité peuvent souvent, bien que pas exclusivement, résoudre les problèmes identifiés.

IV.9.1. Inspections de sécurité des routes

Les inspections de sécurité sur les routes permettent d'analyser systématiquement et complètement les caractéristiques de sécurité d'une route en tenant compte de sa fonction et de son usage actuels. Les résultats — un "catalogue" des déficiences générales d'une route existante — peuvent servir de point de départ à des programmes d'amélioration de la sécurité. Les inspections de la sécurité doivent être menées par des experts en sécurité routière. Elles couvrent en général une portion importante du réseau et sont déclenchées qu'il y ait ou non de mauvaises statistiques d'accidents. L'inspection d'endroits isolés ou de tronçons spécifiques à haut risque est en général connue sous le nom d'analyse des points noirs (voir ci-dessous). Les inspections de sécurité routière peuvent être menées en se fiant au bon sens et au jugement de l'expert ou en comparant la situation existante aux directives les plus récentes (Slop et Casthoek, 1995), quoiqu'en pratique on ait souvent une combinaison des deux. Il est clair que le niveau de qualification et d'expertise des inspecteurs est de la plus grande importance pour le succès de cette approche. L'effet global des inspections de la sécurité des routes est difficile à apprécier et dépend largement des mesures prises une fois qu'un problème particulier de sécurité a été identifié.

IV.9.2. Analyse des points noirs et des itinéraires dangereux

On réalise des analyses de points noirs si les accidents sur le réseau routier paraissent se concentrer en des endroits particuliers du réseau, ceux qu'on appelle les "points noirs" (AIPCR, 1995). L'analyse et l'identification consécutive du traitement approprié requièrent des systèmes locaux de données d'accidents bien au point. L'encadré IV.3 illustre l'efficacité de ce type d'analyse.

Encadré IV.3.

Efficacité des programmes pour les itinéraires/points noirs

En Australie, le gouvernement fédéral, en coopération avec les gouvernements des états, cible les endroits et les segments de route avec un historique chargé en matière d'accidents. Le programme 1996–2000 de financement de la sécurité des points noirs (Black Spot Road Safety Funding Programme) est le second de ce genre qui porte sur ce type d'éléments du réseau routier, avec des crédits maintenus en valeur courante sur la durée de vie du programme. Le premier programme a fait l'objet d'une évaluation réalisée par le BTCE (1995) qui concluait, à partir d'un échantillon aléatoire de sites financés dans le cadre du programme, que la rentabilité moyenne était supérieure à quatre. Dans le programme actuel, les crédits sont répartis à égalité entre milieu urbain et milieu rural. Cette allocation des crédits reflète la distribution des tués sur les routes en Australie. En outre, jusqu'à 20% des crédits peuvent être affectés à des actions de prévention en traitant des sites potentiels d'accidents graves, déterminés à partir d'un audit de sécurité routière.

L'ETSC (1996) résume ainsi les actions que devrait permettre un système local de données d'accidents efficace :

- la recherche rétrospective des données d'accidents pour chaque site particulier ;
- l'identification des sites présentant un nombre élevé d'accidents ;
- l'identification des sites présentant des types communs d'accidents ; et
- la capacité de mettre en relation les informations ci-dessus avec les formulaires papier des rapports de police sur les accidents de la route pour permettre d'explorer les détails d'accidents particuliers.

Ces systèmes de données d'accident locaux permettent une évaluation détaillée non seulement du nombre d'accidents mais également des types d'accident en certains endroits. Pour aller plus loin, il faut hiérarchiser les endroits à risque élevé et identifier les facteurs communs dans les accidents et la survenue des accidents aux endroits retenus. Pour se faire une idée correcte des facteurs de situation susceptibles d'expliquer le nombre élevé d'accidents, la visite du site est un élément essentiel de la procédure d'analyse. En milieu rural, l'approche "points noirs" s'applique surtout aux routes à fort débit car, sur celles à faible débit, les accidents tendent à être trop dispersés pour permettre l'identification d'une accumulation d'accidents en un point particulier. Toutefois, une approche analogue peut être appliquée à des segments de route plutôt qu'à des endroits précis. Par exemple, au Royaume-Uni, les taux d'accident sur une route donnée sont comparés au taux moyen pour des routes de type comparable et si le taux dépasse un niveau d'intervention pré-déterminé, des actions complémentaires sont prises. Comme pour les inspections de sécurité sur les routes, l'efficacité des analyses de points noirs et d'itinéraires noirs dépend surtout de celle des mesures curatives qui sont appliquées par la suite. Néanmoins, une analyse approfondie du problème reste un préalable indispensable à l'identification d'un traitement efficace.

IV.9.3. Les audits de sécurité

Un audit de sécurité est une procédure formalisée et normalisée pour juger de manière indépendante les effets potentiels de projets routiers sur la sécurité. La différence entre un audit de sécurité et une inspection de sécurité est qu'un audit est davantage centré sur le traitement de problèmes potentiels de sécurité durant le processus de dimensionnement d'un projet routier défini. Le résultat principal d'un audit de sécurité est une série de recommandations visant à résoudre des problèmes susceptibles de se produire. L'audit de sécurité vise à prévenir les accidents plutôt qu'à répondre à ceux qui se sont déjà produits. Nés au Royaume-Uni dans les années 80, les audits de sécurité sont appliqués par un nombre croissant de pays — Australie, Nouvelle-Zélande et un certain nombre de pays d'Europe du Nord. Les éléments importants de l'audit de sécurité sont qu'il s'agit d'une procédure formalisée, que le processus est appliqué indépendamment du concepteur ou du service responsable des routes et que la sécurité est systématiquement prise en compte dès la conception, dans chaque projet. Les procédures d'audit de la sécurité ont été documentées par AUSTROADS (1994) en Australie et par Highway and Transportation (1997) au Royaume Uni.

Une procédure d'audit de sécurité commence normalement dès les premières étapes de la planification du projet, par exemple la phase d'étude de faisabilité ou la phase d'avant-projet sommaire. Un auditeur ou une équipe d'audit indépendante examine en détail les avant-projets, en faisant appel en général à des listes détaillées de points à vérifier, avec la sécurité comme unique principe directeur. Ils rendent ensuite compte des problèmes de sécurité potentiels qui émergent des plans et formulent des recommandations pour les résoudre. Les audits de sécurité sont menés lors de la phase d'avant-projet détaillé et avant l'ouverture de l'infrastructure. Dans certains cas, l'audit est

répété une fois de plus lorsque la route est en service. Il est également possible d'appliquer les procédures et listes de vérification des audits de sécurité aux inspections générales de la sécurité des routes décrites ci-dessus. En pratiquant des audits de sécurité, on peut largement prévenir les travaux curatifs qui sont souvent beaucoup plus coûteux une fois la construction réalisée. En outre, il est ainsi probable que les parties intéressées prendront davantage conscience des conséquences en termes de sécurité des décisions de planification et de conception.

S'il est difficile d'estimer de manière fiable les bénéfices des audits sur la sécurité, les expériences menées jusqu'à présent se sont avérées très positives et, étant donné les coûts relativement faibles – estimés à entre 1 et 4% du coût total du projet, les audits de sécurité paraissent démontrer leur rentabilité dans la majorité des cas. Par exemple, au Danemark, une analyse avantages-coûts menée sur treize projets différents en comparant tous les coûts impliqués dans la pratique d'un audit (investissement supplémentaire en temps, variation dans les coûts de construction) avec les économies dues à la réduction attendue des accidents montre une rentabilité moyenne la première année de 146%, faisant de l'audit un outil hautement rentable (Danish Road Directorate, 1997).

IV.9.4. Mesures techniques de faible coût

“Les mesures techniques de faible coût recouvrent les mesures physiques prises spécifiquement pour améliorer la sécurité du système routier, dont le coût en capital est faible et la mise en œuvre rapide et qui offrent une rentabilité élevée. Il est couramment fait état de rentabilités supérieures à 3 et pouvant atteindre le double et de nombreux projets couvrent leurs coûts en économies sur les dommages corporels dans l'année qui suit” (ETSC, 1996).

Les mesures de faible coût peuvent être appliquées à des sites présentant un risque élevé ou le long de tronçons à haut risque sur lesquels les accidents ne se concentrent pas nécessairement en des points particuliers. Pour assurer la réussite de ces mesures, un préalable indispensable est de disposer d'un système de données d'accidents, local et efficace, qui permette l'identification et l'analyse des “points noirs” et des “itinéraires noirs” (sur une certaine longueur de la route). L'étude des données d'accidents, l'identification des facteurs communs d'accidents et la mise en relation de caractéristiques spécifiques du site avec celles des accidents doivent permettre de décider si des mesures de faible coût offrent une solution viable et, le cas échéant, quel type de mesures est le plus susceptible de résoudre le problème. Une exigence supplémentaire est l'évaluation systématique et la diffusion des résultats qui permettent une mise à jour continue de l'information relative à l'efficacité de mesures spécifiques dans des circonstances spécifiques. A l'évidence, pour cela, il est important de rendre compte non seulement des succès mais également des activités moins réussies.

Dans les sections qui précèdent, on a mentionné un nombre considérable de mesures de faible coût, comme l'installation de glissières de sécurité, la suppression des obstacles en bordure de voie, l'amélioration de la visibilité des marquages et panneaux, les mesures de ralentissement à l'entrée des villages, l'amélioration de la pré-signalisation des courbes serrées et de nombreuses autres. A l'évidence, déterminer si une mesure est ou non de faible coût ou si elle est rentable dépend du budget disponible, de caractéristiques locales/nationales de prix et du fait que les schémas d'aménagement puissent ou non être combinés avec des activités régulières d'entretien routier. S'il doit être bien clair qu'une approche plus structurelle, à l'échelle du réseau ou de la zone — et donc plus coûteuse — s'impose pour parvenir à un environnement sûr de manière inhérente et durable, les mesures de faible coût peuvent contribuer substantiellement à la sécurité des parties du réseau qui en ont le plus besoin.

IV.10. Conclusion

Il est rare qu'une seule cause suffise à expliquer un accident. Il résulte en général d'une combinaison de facteurs humains et de facteurs liés au véhicule et à la conception de la route. Aussi le travail en matière de sécurité routière doit-il porter conjointement sur ces trois éléments. Néanmoins, la conception de la route offre une excellente opportunité d'améliorer la sécurité routière puisque lorsqu'elle prend en compte la sécurité, elle permet de réduire :

- l'incidence de l'erreur humaine ;
- l'incidence d'une erreur humaine ou d'un défaut du véhicule entraînant une collision ; et
- la gravité des conséquences d'une collision si celle-ci ne peut plus être évitée

Les connaissances en matière de conception sûre des routes se développent rapidement même si elles demeurent incomplètes. Alors que pour certains éléments de la conception on dispose d'estimations quantitatives fiables de l'effet sur la sécurité, pour de nombreux autres, on ne connaît que le sens de cet effet. En outre, pour finalement parvenir à une route sûre, il convient d'appliquer une combinaison optimale des différents éléments de conception. Il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine. Une approche systématique des recherches faisant appel à des méthodologies et outils de recherche généralement bien acceptés accélérerait probablement la vitesse d'accumulation des connaissances et améliorerait la fiabilité et l'utilité des résultats. En outre, il est fortement recommandé d'inclure la sécurité en tant qu'élément de base de la conception des routes dans les cours de techniques routières d'université ou équivalent.

Si la sécurité est de plus en plus considérée comme un critère important lors de la conception des routes, son importance reste encore trop souvent secondaire dans le travail quotidien de l'ingénieur routier et de la circulation. Porter une attention explicite à la sécurité signifie la prendre en compte à toutes les étapes, lors de la décision de construire ou reconstruire une route, lors de la phase de planification globale, de conception, de construction, au cours de l'exploitation et de l'entretien. Plus la sécurité est prise en compte précocement dans le processus et moins il sera nécessaire plus tard de prendre des mesures curatives. Un nombre croissant de pays pratique des audits de sécurité – c'est-à-dire une vérification systématique et indépendante des conséquences potentielles sur la sécurité lors de la planification, de la conception et de la (re)construction d'une infrastructure routière – audits qui visent à prévenir les accidents plutôt qu'à réagir à ceux qui seront produits. Les expériences sont très positives et les effets sur la sécurité, quoique difficiles à quantifier, sont généralement considérés comme positifs. Il est recommandé de faire largement appel aux audits de sécurité aux niveaux local, régional et national.

Le fondement d'une conception sûre des routes est un réseau hiérarchisé et homogène dans lequel chaque catégorie de routes remplit une fonction bien particulière (voir chapitre VIII). Les caractéristiques de construction d'une route doivent être cohérentes avec sa fonction et ainsi susciter automatiquement chez les usagers de la route les attentes et le comportement appropriés. En d'autres termes, l'environnement de la route doit "guider" positivement l'usager. Dans certains cas ceci peut signifier qu'il faut aménager la route (y compris en réalisant des installations parallèles pour le trafic non-motorisé et pour assurer la desserte immédiate), par exemple pour remplir son rôle à l'égard de la circulation automobile sur longue distance. Dans d'autres cas, il peut s'avérer nécessaire de réduire le niveau de service sur une route, par exemple pour faire baisser la vitesse du trafic motorisé à un niveau compatible avec la partage de la voie avec un trafic non-motorisé.

Un aspect très important et souvent négligé du niveau final de sécurité d'une route est la disposition de ses abords immédiats. Dégager une zone suffisamment large et protéger

convenablement les obstacles qui ne peuvent être supprimés recèle un potentiel extraordinaire de réduction du nombre des accidents et de la gravité de ceux qui ne peuvent être évités. Ceci vaut particulièrement pour les routes de rase campagne sur lesquelles une proportion importante des accidents sont des sorties de route d'un véhicule isolé. Il convient de davantage considérer le bord de la route comme faisant partie de celle-ci et comme relevant explicitement de la responsabilité des ingénieurs routiers.

Le réseau routier hors agglomération est tellement étendu que se pose habituellement la question de la rentabilité pour décider "où" et "quand" appliquer les mesures destinées à améliorer la sécurité. Il est donc tout à fait essentiel de déterminer quelles sont les fonctions des routes car ceci va définir le contexte dans lequel seront prises les mesures ultérieures. Il y a alors deux approches. Sur le réseau routier d'ordre inférieur, avec des routes à faible débit, empruntées seulement par du trafic local, la méthode de travail pourrait être la suivante : si une opération d'entretien s'impose, assurer un niveau minimum de sécurité pré-défini avant de l'entreprendre. Au rythme de l'entretien, on pourra alors réaliser des aménagements de sécurité, de préférence en intégrant une approche où l'on traite un réseau complet ou des tronçons routiers reliés afin d'éviter toute discontinuité.

Sur le réseau d'ordre supérieur où l'on rencontre une forte proportion de trafic de transit, des débits importants et des vitesses relativement élevées, il est souhaitable de mener une analyse du risque — c'est-à-dire des accidents qui se sont produits —, analyse à partir de laquelle on pourra concevoir et mettre en œuvre des mesures spécifiques à des endroits ou à des itinéraires. Dans ce cas également, les aménagements de l'infrastructure doivent explicitement traiter la régulation des accès, satisfaire des règles de cohérence dans la conception et ne pas entraîner de discontinuités le long des routes. En outre, il faut toujours se poser la question de savoir si les aménagements de l'infrastructure routière ne vont pas conduire à une hausse des vitesses pratiquées et donc ne pas enrayer les gains de sécurité escomptés.

BIBLIOGRAPHIE

- AASHTO (1996), *Roadside Design Guide*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- ADI (1992), *Driver Visibility Requirements and Reflective Standards*, prepared for Transport Canada, Ottawa, Ontario.
- ADI (1989), *Passing Manoeuvres and Passing Lanes: Design, Operational and Safety Evaluations*, prepared for Transport Canada, Ottawa, Ontario.
- ALPPIVUORI, K., LEPPÄNEN, A., ANILA, M., and MÄLELÄ, K. (1995), *Road Traffic in Winter; Summary of Publications in the Research Programme*, Finnra Reports No. 57/1995, Helsinki: Finnish National Road Administration, Helsinki.
- ARROWS (1997a), *Road Work Zone: Typology, Standards and Practices*; Parts A and B, Deliverable 1, EC Research Project RO-96-SC.401.
- ARROWS (1997b), *Road Work Zone: Behavioural Studies, Accident Studies and Research Methods*, Deliverable 2, EC Research Project RO-96-SC.401.
- ASIAN DEVELOPMENT BANK (1996), "Road Safety Guidelines for Asia and Pacific Region", Draft 2, TRL, Berkshire.
- AUSTROADS (1994), *Road Safety Audit*, AUSTROADS, Sydney.
- BARKER, J. and HELLIAR-SYMONS, R. (1997), "Count-down Signs and Roundel Markings Trials", *TRL Report 201*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- BARKER, J. (1997), "Trials of Rural Road Safety Engineering Measures", *TRL Report 202*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- BARKER, J., FARMER, S. and NICHOLLS, D. (1998), "Injury Accidents on Rural Single-Carriageway Roads, 1994-95: An Analysis of STATS 19 (UK) Data", *TRL Report 304*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- BRANNOLTE, U., DILLING, J., DURTH, W., HARTKOPF, G., MEEWES, V., ROHLOFF, M., SCHLIESING, H., and STIEVERMANN, P. (1992), *Einsatz von Zwischenquerschnitten*, Bundesanstalt für Strassenwesen, Bergisch Gladbach.
- BTCE (1995), *Evaluation of the Black Spot Program*, Report 90, Australian Government Printing Service, Canberra.

- BUTULA, R.J. (1993), "Infrastructure Maintenance - Traffic Control Devices", ITE: *The Traffic Safety Toolbox*, Institute of Transportation Engineers, pp. 171-178, Washington.
- CIRILLO, J.A. (1993), "Roadside Safety", ITE: *The Traffic Safety Toolbox*, Institute of Transportation Engineers, pp. 149-155, Washington, D.C.
- DANISH ROAD DIRECTORATE (1994), *Road Safety at 82 Danish Roundabouts*, Danish Road Directorate, Road Safety and Environment Department, Copenhagen.
- DANISH ROAD DIRECTORATE (1997), *Road Safety Audit - Evaluation of the Pilot Project*, RSA-information 2/97, Danish Road Directorate, Copenhagen.
- ELVIK (1995a), "The Safety Value of Guard-rails and Crash Cushions: A Meta-analysis of Evidence from Evaluation Studies", in: *Proceedings of the Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, No. 2a, Part 2, p. 190-230, VTI Swedish Road and Transport Research Institute, Linköping.
- ELVIK (1995b), *A Meta-analysis of Evaluations of Public Lighting as an Accident Countermeasure*, paper presented at the 74th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Transportation Research Board, Washington D.C.
- ELVIK, R., BORGER, A., and VAA, T. (1997), *Traffikksikkerhetshåndbok*, Institute for Transport Economics TØI, Oslo.
- ERSF (1996), *INTERSAFE, Technical Guide on Road Safety for Interurban Roads*, European Road Safety Federation, Brussels.
- ETSC (1995), *Reducing Traffic Injuries from Excess and Inappropriate Speed*, European Transport Safety Council, Brussels.
- ETSC (1996), *Low-cost Road and Traffic Engineering Measures for Casualty Reduction*, European Transport Safety Council, Brussels.
- ETSC (1998), *Forgiving Roadsides*, European Transport Safety Council, Brussels.
- FHWA (1981), *A User's Guide to Positive Guidance (2nd edition)*, Report No. FHWA-TO-81-1, Federal Highway Administration, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1992), *Safety Effectiveness of Highway Design Features (Vol. I-VI)*, Publication No. FHWA-RD-91-044 to 049, Federal Highway Administration, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1993), *The 1993 Annual Report on Highway Safety Improvement Programs*, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- GARDNER, G. and GRAY, S. (1998), "A Preliminary Review of Rural Cycling", *TRL Report 310*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- HAAS, R., HUDSON, W.R, ZANIEWSKI, J. (1994), *Modern Pavement Management*, Krieger Publishing, Malabar, Florida.

- HAAS, R., MEYER, F., COWE-FALLS, L. (1998), "Assessment Framework of Infrastructure Maintenance", *Proceedings of the Annual Conference of the Transportation Association of Canada*, Regina, Saskatchewan.
- HAUER, E. and PERSAUD, B. (1996), *Safety Analysis of Roadway Geometry and Ancillary Features*, Transportation Association of Canada (TAC).
- HAUER, E., TERRY, D. and GRIFFITH, M.S. (1994), "The Effect of Resurfacing on the Safety of Two-lane Rural Roads in New York State", paper presented at the 73rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Paper No. 940541, Transportation Research Board, Washington D.C.
- INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION (1997), *Guidelines for the Safety Audit of Highways*, Institution of Highways and Transportation, London.
- LAY, M.G. (1981), *Source Book for Australian Roads*, Australian Road Research Board, Vermont South, Victoria.
- MAYCOCK, G., BROCKLEBANK, P. and HALL, R. D. (1998), "Road Layout Design Standards and Driver Behaviour", *TRL Report 332*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- MCGEE, H.W., HUGHES, W.E., DAILY, K., and BELLOMO-MCGEE INC. (1995), *Effect of Highway Standards on Safety*, NCHRP Report No. 374, Transportation Research Board, Washington, D.C.
- NCHRP (1997), "Strategies for Improving Roadside Safety", *Research Results Digest 220*, Transportation Research Board, Washington D.C..
- NILSSON, G. and WENÄLL, J. (1997), "Päkörning av belysningsstolpar och andra hårda föremål i vägmiljön, (Collisions with Lamp Posts and Other Hard Obstacles in the Road Environment)", *VTI Meddelande No. 825*, Swedish National Road and Transport Research Institute, Linköping.
- OECD, ROAD TRANSPORT RESEARCH PROGRAMME (1989), *Traffic Management and Safety at Highway Work Zones*, OECD, Paris.
- OGDEN, K.W. (1996), *Safer Roads, a Guide to Road Safety Engineering*, Avebury Technical, Aldershot.
- PAJUNEN, K. and KULMALA, R. (1988), "Traffic Safety on Overtaking Lanes in Finland", (Ohituskaistojen turvallisuus), *VTT Research Report 678*, Espoo, Finland.
- PEO (1997), *Highway 407 Safety Review*, Professional Engineers of Ontario, Toronto.
- PERSAUD, B. (1992), *Roadway Safety - A Review of the Ontario Experience and Relevant Work Elsewhere*, Ministry of Transportation, Research and Development Branch, Downsview, Ontario.
- RONA (1987), *Richtlijnen voor het ontwerpen van niet-autosnelwegen; "Hoofdstuk II: dwarsprofielen."* (Guidelines for the Design of Non-motorways; Chapter II: cross section), Sdu Uitgeverij, The Hague.

- ROSS, H.E., SICKING, D.L., ZIMMER, R.A., and MICHIE, J.D. (1993), *Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*, NCHRP report 350, National Research Council NRC, Transportation Research Board TRB/National Academy Press, Washington D.C.
- RUMAR, K. (1985), "The Role of Perceptual and Cognitive Filters in Observed Behavior", in: L. Evans and R.C. Schwing (eds) *Human Behaviour and Traffic Safety*, Plenum Press, pp.151-165, New York.
- RUYTERS, H.G.J.C.M., SLOP, M. and WEGMAN, F.C.M. (1994), *Safety Effects of Road Design Standards*, Report R-94-7, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- SANDERSON, R.W. (1996), *Canadian Road Safety and Public Highway Infrastructure*, Report No. TP 12801E, Transport Canada, Ottawa.
- SAFESTAR (forthcoming), *Safety Evaluation of Different Kinds of Cross-sections on Rural Two-lane Roads*, Deliverable 4.1, EC Research project RO-96-SC.203.
- SCHOON, C.C. (1993), *Ongevallen op rotondes II*, (Accidents at RoundABOUTs, Part II) SWOV Road Safety Research Institute, Leidschendam.
- SCHOON, C.C. (1994), *Road Design Standards of Medians, Shoulders and Verges*, Report A-94-9, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- SCHOON, C.C. (1997), *Roadside Design in the Netherlands for Enhancing Safety*, Report D-97-20, Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research, The Netherlands.
- SETRA (1994), *Aménagement des routes principales*, Service d'Etudes Techniques de Routes et Autoroutes, Bagneux.
- SETRA/CETUR (1992), *Sécurité des routes et des rues*, le Services d'Etudes Techniques de Routes et Autoroutes, Centre d'Etudes des Transports Urbains, Bagneux.
- SLOP, M. and CATSHOEK, J.W.D (1995), *Recommended Safety Measures for Application on Interurban Roads in the Short Term*, Report R-95-18, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- SWOV (1994), *Infrastructure: Design and Road Safety, Part 1: Summaries and Statement*, report on an OECD Workshop held 15-18 November in Prague, Report D-94-14 I, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- TOIVONEN, S. (1998), *Safety Problems of Rural Roads*, Finnish National Road Administration (Finnra), Helsinki.
- TRB/NRC (1987), *Designing Safer Roads; Practices for Resurfacing, Restoration and Rehabilitation*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C.
- TRL (1994), "Speed Reduction in 24 Villages: Details from the VISIP Study", *TRL Project Report 85*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

TRL (1996), "Traffic Calming on Major Roads: The A49 Trunk Road at Craven Arms, Shropshire (UK)", *TRL Report 212*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.

ZEGEER, C., REINFURT, D., NEUMAN, T., STEWART, R. and COUNCIL, F. (1990), *Safety Improvements on Horizontal Curves for Two-lane Rural Roads: Informational Guide*, Highway Safety Research Center, University of North Carolina, Chapel Hill, N.C.

Chapitre V

LE CONTROLE

V.1. Introduction

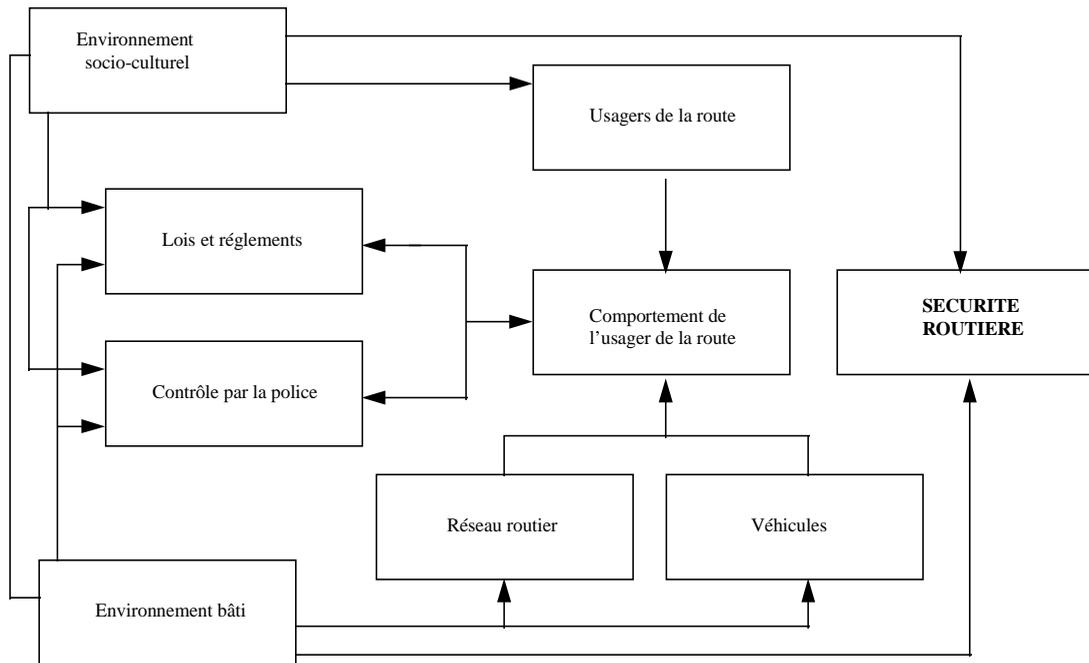
Le contrôle est l'un des multiples facteurs qui contribuent à l'efficacité et à la sécurité du système de circulation. Ce système est souvent décrit par les trois termes : ingénierie, éducation et contrôle. Il ne fait pas de doute que d'autres facteurs peuvent être ajoutés au système comme l'environnement socio-économique et culturel de l'utilisateur de la route, l'environnement naturel — c'est-à-dire le climat, l'urbanisation, le terrain, etc ainsi que le système judiciaire (voir figure V.1.). Toutefois, en ce qui concerne la sécurité sur les routes de rase campagne, le contrôle peut avoir un impact significatif sur le niveau actuel de sécurité et générer des tendances positives pour l'amélioration de la sécurité routière future en influençant le comportement de l'utilisateur de la route. Ce chapitre décrit donc l'importance du contrôle, les mécanismes de contrôle ainsi que différents facteurs qui influencent les activités de contrôle. Les pratiques de contrôle font également l'objet d'une discussion détaillée.

V. 2. Efficacité et limitations du contrôle

Les infractions routières constituent une exception dans notre système judiciaire et de contrôle. Pour la plupart des crimes et délits, la société est face à une minorité de contrevenants que la police cherche à appréhender. Cette approche est largement soutenue par le public lorsqu'il s'agit de meurtres, de cambriolages, de drogues, de violence physique et d'autres crimes. L'activité et le succès de la police n'ont en général pas d'autres limites que les ressources disponibles et les priorités établies. Par contre lorsqu'il s'agit d'infractions routières c'est le public dans son ensemble qui se trouve concerné. Il ne s'agit pas simplement d'extraire de la circulation un petit groupe de conducteurs pour résoudre le problème. Pratiquement tous les usagers de la route violent, d'une certaine mesure, la réglementation en dépassant quelquefois les limites de vitesse, en roulant dans la mauvaise file, en ralentissant pas à l'approche d'un carrefour ou en commettant d'autres infractions.

Une étude très complète sur la dissuasion de conduire à grande vitesse d'un point de vue criminologique (Corbett, *et al.*, 1998) considère les mesures internes et externes pour empêcher les excès de vitesse. Celles-ci comprennent les mesures habituelles de contrôle, des mesures techniques et des pénalités ainsi que des solutions plus innovantes y compris l'utilisation de cartes à puce. La principale conclusion de cette étude est que les excès de vitesse sont un problème socioculturel qui ne peut être attribué uniquement au conducteur. Dans notre culture de l'automobile où tout est axé sur la vitesse et la mobilité, le secteur public doit prendre des mesures pour tenter de modifier les attitudes des conducteurs en ce qui concerne leurs désirs de conduire vite. En outre, l'étude fait ressortir que les personnes qui roulent vite le font car elles se sentent invulnérables et sûres d'elles-mêmes. Il faudrait encourager des recherches sur les origines de cette fausse sensation d'invulnérabilité et les moyens de l'influencer.

Figure V.1. Composants du système et interactions

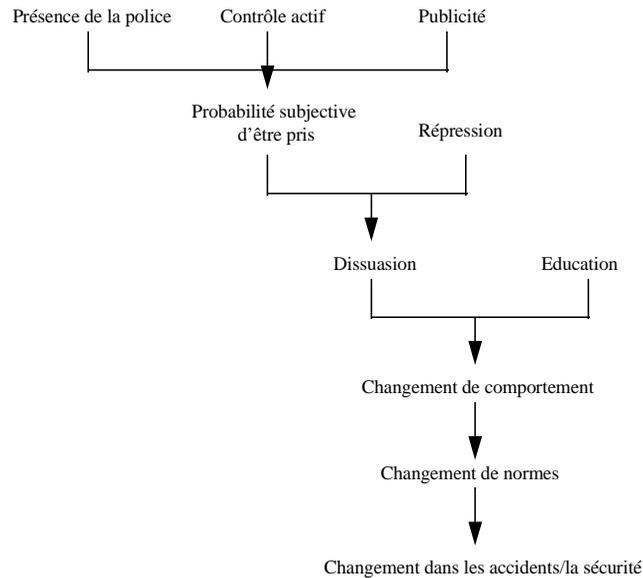


Le système de contrôle de la circulation s'établit dans un contexte social qui requiert l'appui du public au travers des médias et du système politique. Grâce à la technologie actuelle on pourrait aujourd'hui concevoir des plaques d'immatriculation électroniques qui, fixées à un véhicule et couplées à un équipement approprié en bordure de voie, permettraient l'enregistrement en continu des infractions telles qu'excès de vitesse, non-respect des feux de signalisation, franchissement de bande blanche continue et stationnement illégal. L'application généralisée d'un tel système serait extrêmement rentable et réduirait considérablement le rôle des forces de police. Le fait qu'il n'ait pas été mis en œuvre, même sur une base expérimentale, est un bon indicateur de l'absence de soutien de la part de l'opinion publique.

Dans le même ordre d'idées, mais de manière moins drastique, la police pourrait sans trop de difficulté faire appliquer les limitations de vitesse en verbalisant chaque infraction. En très peu de temps, des millions de contraventions seraient émises, les tribunaux seraient submergés et la réaction du public serait telle que le processus serait interrompu. Il s'ensuit que le contrôle par la police de l'application des règles de circulation doit être mené avec précaution en s'assurant un large soutien de l'opinion publique.

Le processus de contrôle et ses objectifs sont décrits dans la figure V.2. La présence de la police en général et les différents moyens et méthodes de contrôle actif induisent un certain risque objectif d'être arrêté. Il varie d'une infraction à l'autre, en fonction de l'intensité du contrôle exercé et des méthodes utilisées. Le risque objectif d'être pris, couplé à la publicité, se traduit chez l'utilisateur de la route par une probabilité subjective d'être pris. Les probabilités subjectives d'appréhension jointes à la punition attendue pour les contrevenants, qui est délivrée par le processus judiciaire, constituent l'effet de dissuasion.

Figure V.2. **Le processus de contrôle et ses composantes**



L'usager de la route raisonnable fonde son action sur le principe de l'utilité. Tant que l'utilité procurée par un certain comportement reste supérieure à la punition attendue, il ne modifiera pas son comportement (Bjornskau et Elvik, 1992). L'utilité se compose des gains de temps, du plaisir — par exemple, celui éprouvé à conduire vite — ou de "l'inertie" qui traduit une certaine résistance à changer le cours d'une action, comme par exemple la nécessité de freiner à l'approche d'un passage pour piétons ou d'un feu de signalisation. La dissuasion se compose du risque subjectif d'être pris multiplié par la punition attendue et, dans certains cas, une certaine probabilité de provoquer un accident, encore que ceci ne soit pratiquement jamais pris en compte explicitement.

Le processus décrit dans la figure V.2. crée la dissuasion qui, associée à l'éducation et à la formation du conducteur peut modifier le comportement de l'usager de la route. Avec le temps et lorsqu'ils s'appliquent à une échelle suffisamment grande et avec cohérence, les changements de comportement peuvent conduire à des modifications dans les normes de comportement. A ce stade, le comportement modifié est internalisé et s'applique même en l'absence de la menace de dissuasion. On peut ainsi envisager qu'il arrive un moment où le contrôle devient superflu ou peut être réduit parce que les conducteurs ont internalisé leur nouveau comportement et agissent en conséquence. De tels changements peuvent être observés avec le port des ceintures de sécurité et des casques moto ainsi que, dans une certaine mesure, avec la conduite sous l'influence de l'alcool.

Au stade ultime, comme on le voit sur le diagramme de la figure V.2, il existe un lien entre l'évolution des normes de comportement et la réduction des accidents.

V.2.1. *Facteurs associés – lois, règlements et répression*

Comme décrit dans le chapitre III, le contrôle est un élément qui interagit avec une grande variété d'autres facteurs techniques, socio-économiques et environnementaux pour générer certains types de comportements chez l'usager de la route. Les normes de comportement, ou le comportement normal, sont établies par la société au travers de ses procédures légales et administratives. En outre, dans l'environnement de la circulation, les lois et règlements relatifs à celle-ci forment le contexte dans lequel le comportement est jugé. Lorsque les lois sont telles qu'elles sont acceptées par une large

majorité de la société, elles se mettent, dans une large mesure, en vigueur d'elles-mêmes. En d'autres termes, lorsque les lois sont la norme, les usagers de la route les acceptent et il ne faut que peu d'efforts de la police pour les faire appliquer.

Dans le cas de la réglementation relative aux limites de vitesse, par contre, une part importante du public — parfois la majorité — ne se comporte pas conformément à la loi. Dans un tel cas, il faut se demander s'il ne faut pas adapter la loi afin qu'elle se rapproche davantage du comportement "normal". Si, toutefois, pour des raisons de sécurité, de considérations liées à l'environnement ou autres, il est décidé qu'il ne faut pas rapprocher la loi du comportement, le système, pour induire un comportement correct, doit se fier à nouveau au contrôle et à la prise de conscience du public. C'est dans de telles situations que les limites du contrôle apparaissent le plus nettement. Dans ces conditions et en général, le contrôle ne peut être efficace que s'il s'effectue dans un environnement favorable de lois et de règlements et avec un système pénal réceptif. La combinaison de ces facteurs agit pour créer l'effet de dissuasion du contrôle par la police, au niveau à la fois individuel et de la société dans son ensemble.

Un contrôle intensif ne peut pas être efficace s'il est opéré en combinaison avec des lois laxistes et des amendes peu élevées ou des amendes qu'il ne faudra régler qu'au bout de nombreuses années. Le niveau souhaité de dissuasion est donc obtenu en combinant les ingrédients mentionnés ci-dessus. La position généralement admise quant à l'efficacité du contrôle est qu'il faut prendre en compte une combinaison de facteurs. L'effet de dissuasion est le résultat combiné du contrôle et de la répression tel qu'il se manifeste dans le risque subjectif d'être pris. Dans le risque d'être pris, c'est la certitude qui produit l'effet le plus fort. La certitude est liée à l'intensité du contrôle et elle sera étudiée plus en détail dans la section suivante consacrée au contrôle automatique. La rapidité de la sanction paraît constituer le facteur le plus important d'un contrôle efficace (Shinar, 1978 ; Seipel, 1992).

La sévérité des sanctions existantes ne paraît pas avoir un effet prouvé important. Toutefois des pénalités plus fortes contribuent à réduire le niveau de contrôle requis [(Mäkinen *et al.*, 1992) ; Seipel (1992) ; Bjornskau et Elvik (1992)]. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour examiner l'effet dissuasif de la sévérité des sanctions, c'est-à-dire les conséquences financières, la suppression du permis, etc..

De nombreux pays se sont dotés de systèmes de permis à points dans lesquels les conducteurs perdent des points en fonction des infractions commises. Toutefois on ne sait que peu de choses sur l'efficacité des systèmes à points en particulier parce qu'elle est difficile, pour ne pas dire impossible, à mesurer. Il est possible que la connaissance des sanctions applicables lorsqu'un certain nombre de points ont été perdus, puisse également avoir un effet dissuasif.

Encadré V.1. **Contrôle et publicité**

C'est un fait bien établi qu'on peut améliorer l'efficacité du contrôle en l'associant à un degré adéquat de publicité. Dans le passé, ceci s'est plutôt appliqué à des campagnes conjointes contrôle-publicité dont la durée dans le temps était limitée et qui étaient centrées sur des sujets comme les ceintures de sécurité, la conduite sous l'influence de l'alcool ou la fatigue (en périodes de vacances). Ces efforts conjoints restent appréciés des professionnels et du grand public. Ces dernières années, une nouvelle pratique a vu le jour, en matière notamment d'excès de vitesse. De plus en plus de pays ont recours à la tactique du contrôle renforcé conjointement à une notification préalable : le public est prévenu que des contrôles de vitesses vont avoir lieu sur certaines portions de routes. Cette pratique est largement répandue dans les pays scandinaves, aux Pays-Bas, au Royaume Uni, en Australie, en Israël et ailleurs.

Ce chapitre étudie principalement les responsabilités de la police en matière de contrôle. Il faut toutefois noter que les responsabilités de la police vont bien au-delà du contrôle du respect des lois et réglementations de la circulation. La police a un rôle majeur à jouer pour soulager la congestion de la circulation et assurer un flux ordonné, elle est impliquée dans tous les aspects liés aux accidents de la route, elle est en général en contact direct avec les ingénieurs de la circulation et a un rôle clé à jouer pour éduquer le public à la sécurité routière par l'intermédiaire de programmes de sécurité.

V.3. Le mécanisme de contrôle

Cette section approfondit les différentes méthodes de contrôle en examinant, sur la base des connaissances disponibles, les questions suivantes : Quel est le comportement qui doit être la cible des contrôles ? Comment contrôler ? Avec quelle vigueur contrôler ? Où et quand contrôler (c'est-à-dire plans opérationnels) ?

V.3.1. *Quelles doivent-être les cibles des contrôles ?*

La majeure partie de la littérature relative au contrôle traite d'un nombre limité de types de comportements dont l'excès de vitesse, la conduite sous l'influence de l'alcool, le port de la ceinture, le port du casque pour les motocyclistes et les programmes intégrés appliqués à une ville ou une zone. D'autres aspects sont mentionnés, mais dans une moindre mesure, comme le contrôle de l'identité du conducteur et de la validité de son permis de conduire, les infractions en matière de stationnement et le comportement du conducteur dans les carrefours. L'une des infractions les plus difficiles à contrôler, bien qu'elle soit à l'origine de nombreux accidents mortels dans certains pays, est la fatigue du conducteur.

Les décisions relatives au comportement à contrôler dépendent dans une large mesure du point de vue des autorités, de la police en particulier, quant à la contribution de ces types de comportement aux accidents. La police associe en général une infraction à chaque accident enregistré. Ces infractions — telles qu'excès de vitesse, défaut d'attention, refus de priorité, intervalle insuffisant avec le véhicule qui précède — sont également appelées dans certains cas sur les formulaires officiels "causes d'accident". La police doit donc se forger son opinion quant aux infractions commises afin de poursuivre les conducteurs impliqués dans un accident de la route ou responsables de celui-ci. De ce point de vue, ce type de contrôle — qu'on appelle "contrôle en corrélation" — évolue (Anon, 1985). Suivant ce concept, la police va contrôler certains comportements en relation (ou en proportion) à leur représentation dans les statistiques d'accidents. Si, par exemple, 20 à 25% des accidents sont associés à "un refus de priorité dans une intersection", c'est-à-dire à l'absence d'arrêt à un panneau "stop" ou à une balise devant une route plus importante, il s'ensuit qu'un effort comparable doit se porter sur le contrôle de ce type de comportement.

Un peu différemment, mais dans la même ligne de pensée, si un certain nombre d'accidents se produisent sur certaines routes et si, d'après certaines normes, leur nombre est trop élevé, ces routes seront appelées dangereuses ou à haut risque. Selon la police, le contrôle doit se concentrer sur ces routes. Une autre question surgit ici à savoir si le contrôle doit être répressif et prendre et punir le plus de contrevenants possible ou s'il doit être préventif — grâce à des patrouilles visibles, en arrêtant des conducteurs, en donnant des avertissements et peut-être en récompensant les non-contrevenants — en agissant sur le plus grand nombre possible d'usagers de la route. En pratique, un contrôle efficace résulte presque toujours d'une combinaison des deux types.

V.3.2. *Comment contrôler (tactique de contrôle) ?*

De nombreuses recherches ont traité de l'efficacité relative de diverses tactiques de contrôle. Un bon nombre d'expériences se sont penchées sur le contrôle de la vitesse, mais d'autres ont également étudié le port de la ceinture de sécurité et la conduite sous l'influence de l'alcool. On trouve de bonnes revues des tactiques de contrôle dans Shinar et McKnight (1984), Goldenbeld (1993), Riedel *et al.*, (1988), Makinen & Syvanen (1990), Armour (1984) et Zaal (1994).

En ce qui concerne le contrôle des excès de vitesse, les voitures de patrouille à l'arrêt sont presque toujours plus efficaces que les voitures de patrouille mobiles. Seuls Shinar & Stiebel (1986) font état de résultats contradictoires. Les voitures de police clairement marquées sont en général plus efficaces que les voitures banalisées (Shinar & McKnight, 1984), encore que l'effet général de dissuasion à long terme des véhicules banalisés soit presque impossible à mesurer.

V.3.3. *Avec quelle vigueur contrôler (intensité du contrôle) ?*

La plupart des expériences relatives au contrôle et décrites dans la littérature sont limitées dans leur champ — c'est-à-dire leur taille et leur durée. Les expériences ont montré que les opérations de contrôle entraînent en général une réduction du nombre d'infractions, avec certains effets de halo associés et dans certains cas, une réduction du nombre d'accidents. Toutefois on ne sait pas très bien quel degré de contrôle est nécessaire pour produire des changements durables de comportement. Même avec des niveaux accrus de contrôle, le risque de se faire repérer demeure faible. Hauer *et al.*, (1980) rendent compte d'une expérience menée avec différents niveaux de répétition. Pour une application unique du contrôle (de la vitesse), l'effet semblait s'estomper au bout de trois jours. Lorsque la vitesse était contrôlée cinq jours de suite en un même site, l'effet durait au moins six jours après le dernier jour de contrôle. Makinen *et al.*, (1991) rapportent une enquête qu'ils ont menée auprès de conducteurs au cours de laquelle ils ont constaté que la moitié des conducteurs avaient été arrêtés par un policier il y a plus d'un an, environ 10% n'avaient jamais été arrêtés et seulement 9% avaient été arrêtés au cours de l'année écoulée.

Lorsque le risque subjectif d'être pris est suffisamment grand, le comportement peut changer de manière durable et les niveaux de contrôle peuvent être réduits. Mais de combien faut-il relever le risque subjectif d'être pris pour induire une modification des normes de conduite ? Dans le contexte actuel et compte tenu des ressources disponibles, il semble peu probable, dans la plupart des pays, que des crédits suffisants seront débloqués pour permettre de tels niveaux de contrôle. La seule manière d'atteindre ces niveaux serait de faire appel aux différentes méthodes de contrôle automatique qui apparaissent progressivement.

Bjornskau et Elvik (1992) et Vaa (1997) ont passé en revue un certain nombre d'expériences dans lesquelles le contrôle avait été considérablement renforcé. Presque toutes ont entraîné des réductions du taux d'infraction et dans la plupart des cas, on pouvait également constater une diminution de la fréquence des accidents. Le tableau V.1. présente une synthèse des résultats. Toutefois, comme il l'a déjà été mentionné précédemment, il est peu probable que de telles réductions perdurent, une fois le niveau de contrôle revenu à la normale. De même, on ne voit pas du tout dans les différentes études analysées quel était le niveau de contrôle de référence. Elvik (1996), sur la base d'une méta-analyse, indique que des effets durables sur la modification du comportement (et parfois en termes de réduction des accidents) ne sont atteints que lorsque l'intensité du contrôle est renforcée dans un ordre de un à trois au moins.

Tableau V.1. Évolution du taux d'infraction et du taux d'accident associée à un renforcement du contrôle

Étude de référence	Facteur d'augmentation du contrôle	Évolution du taux d'infraction	Évolution du taux d'accidents
Munden (1966)	6-8	-35%	-25 à -28%
Ekstrom, Kritz & Stromgren (1966)	approx. 3	-13%	-21 à -37%
Lund & Jorgensen (1974)	approx. 3	Pas de changement	Pas de changement
Lund, Brodersen & Jorgensen (1977)	approx. 5.5	-37 à -45%	Pas d'indication
Roop & Brackett (1980)	4-8	-15%	-16 à -18%
Engdahl & Nilsson (1983); Aberg (1983)	0.5-1.0 Pas de changement 2-3 3-5 5-8	Pas de changement global, mais réduction du taux pour vitesses très élevées	approx. + 11% Pas de changement approx. - 11% approx. - 12% approx. - 19%
Ross (1982), Cheshire blitz	approx. 9	approx. - 70%	-30 à - 40%
Amick & Marshall (1983)	3-6	-50 à 75%	approx. - 40%
Sali (1983)	3-4	-20 à -40%	approx. - 17%
Salusjarvi & Makinen (1988)	2.5-3.0	60 km/h : -7% 80 km/h : -25%	+2 à 11%

Source : OCDE.

Les différentes études pour lesquelles on a pu déterminer le niveau de contrôle se caractérisent par un large éventail dans l'intensité du contrôle. Freedman & Pack (1992) rendent compte d'une étude sur les ressources de la police dans différents états des États-Unis. Ils montrent qu'en 1989 on avait atteint un niveau de 207 agents par million de conducteurs et de 1.62 agents par centaine de millions de véhicule-miles parcourus. Pour Israël, ces chiffres étaient assez différents avec 108 agents par million de conducteurs et 2.9 agents pour 100 millions de véhicules-miles parcourus. Seipel (1992) a calculé une intensité de un policier pour 100 kilomètres de route par patrouille en Allemagne. Pour Israël, la valeur correspondante est de un policier pour 15 kilomètres de route.

Il n'existe pas actuellement de normes pour mesurer et comparer l'intensité de la police. Il faudrait mettre au point de telles normes et les comparer d'un pays à l'autre. Ce n'est qu'alors qu'on pourra comparer valablement les résultats des différentes études. Malgré l'incapacité à établir des comparaisons, certaines indications suggèrent qu'un contrôle de faible intensité, mené sur le long terme, peut engendrer des résultats significatifs (Leggett, 1988). De même, on peut améliorer l'efficacité en rendant le contrôle plus "intelligent/rusé". Ceci se fait généralement en introduisant un élément aléatoire dans le choix du site et l'heure du contrôle en faisant varier la dose de contrôle, c'est-à-dire le nombre de voitures de patrouille.

V.3.4. Où et quand contrôler ?

En général, le contrôle ne peut être exercé avec la même intensité élevée, qui serait nécessaire, en tout lieu et à tout instant. La raison voudrait donc qu'il soit plus concentré sur les routes de rase campagne où le risque d'accident est élevé, aux moments où les fréquences d'accident sont les plus élevées et qu'il vise spécialement des groupes sur-impliqués dans les accidents. La plupart des pays sont ainsi conduits à concentrer le contrôle sur les routes de rase campagne sur des tronçons dangereux, des carrefours dangereux ou des points noirs. Il est également plus facile de s'assurer du soutien élargi du public pour ces sites. Le contrôle est également plus concentré sur des périodes de risque élevé, par exemple contrôles d'alcoolémie le soir, en fin de semaine et pendant les vacances ou contrôle de la fatigue pendant les vacances.

Une autre approche qui n'est pas encore largement diffusée actuellement, mais qui gagne en popularité, consiste à appliquer de façon aléatoire une proportion donnée (généralement faible) des ressources de contrôle. Leggett (1988) fait état de bons résultats avec une application de 15% des heures de contrôle de cette manière.

Effets de halo

L'efficacité du contrôle dans le temps et dans l'espace a été évaluée dans de nombreuses études portant sur le contrôle de la vitesse. L'effet des actions mises en œuvre en termes de distance depuis le site du contrôle est généralement appelé l'effet spatial de halo, tandis que l'effet dans le temps est appelé effet temporel de halo. Plusieurs auteurs ont étudié ce sujet (Pedersen-Handrahan, 1991 qui cite également Hauer, 1980 ; Leggett, 1988 ; Riedel *et al.*, 1988 ; Bjornskau et Elvik, 1992 et Ostvik, 1989). Malgré ces nombreuses recherches, il ne se dégage guère de consensus, comme le montrent les résultats de Leggett (1988) repris dans le tableau V.2. L'effet spatial de halo varie de 2.5 à 22.4 kilomètres (Vaa, 1997). L'effet le plus faible correspond aux patrouilles mobiles (ce qui est compréhensible) tandis que l'effet le plus important correspond à la programmation aléatoire avec des patrouilles en poste fixe. Les effets temporels de halo varient de zéro (Riedel *et al.*, 1988) à quelques semaines (Hauer, 1982 ; Ostvik, 1989) et jusqu'à un an pour un contrôle intensif du port de la ceinture (Goldenbeld, 1993). La répétition des contrôles conduit à un effet plus durable (Goldenbeld, 1993).

Tableau V.2. Comparaison des programmes de contrôle routier en rase campagne (Données fournies lorsqu'elles sont disponibles)

Etude/programme	Réf.	Méthode appliquée	Longueur de route surveillée (km)	Véhicule-heures de patrouille par jour	Longueur contrôlée par véhicule-heure, par jour	Longueur du halo de diminution de la vitesse observée par véhicule	Diminution de la vitesse moyenne obtenue par véhicule
Patrouilles renforcées (Illinois)	(a)	Patrouille mobile			5.3		
	(b)	Patrouille mobile Patrouille fixe				nil	
	(c)	Patrouille mobile				9.6 km	
	(d)	Patrouille fixe				nil	
	(e)	Programmation aléatoire, véhicule fixe	27 km	.86	31.5	60 m- 6.4 km	4.8 km/h
	(f)	Patrouille fixe				22.4 km 2.5 km	
Programme de contrôle renforcé du trafic (Illinois)	(g)	Contrôle de routine à des heures et lieux où les accidents sont nombreux	2226 km	266	8.4		
Projet de renforcement du contrôle du trafic (Texas)	(h)	Contrôle de routine à des heures et lieux où les accidents sont nombreux	1509 km	128	11.8		1.8 km/h
Programme de dissuasion des infractions (Tasmanie)		Programmation aléatoire à des heures de la journée hautement accidentogènes ; véhicules fixes	43 km	2.02	21.2		3.6 km/h

Etude/programme	Réf.	Méthode appliquée	Réduction relative des accidents (admissions à l'hôpital et décès)	Taux d'accident par km et par an auparavant	Rentabilité	Campagne de publicité associée	Durée sur laquelle le programme a été évalué
Patrouilles renforcées	(a)	Patrouille mobile	" moins d'accidents "	8.1	25:1	oui	6 mois
	(b)	Patrouille mobile Patrouille fixe					
	(c)	Patrouille mobile					
	(d)	Patrouille fixe					4 semaines
	(e)	Programmation aléatoire, véhicule fixe					
	(f)	Patrouille fixe					
Programme de contrôle renforcé du trafic (Illinois)	(g)	Contrôle de routine à des heures et lieux où les accidents sont nombreux	27%			6 mois	
Projet de renforcement du contrôle du trafic (Texas)	(h)	Contrôle de routine à des heures et lieux où les accidents sont nombreux	6%	1.7	3.4:1	oui	1 an
Programme de dissuasion des infractions (Tasmanie)		Contrôle de routine à des heures et lieux où les accidents sont nombreux, véhicule fixe	58%	0.58	4:1	oui	2 ans

Source : Leggett (1988).

(a): Huffman, *et al.*, 1961 cité dans Armour, 1984)
 (b): Smith (1962) cité dans Edwards and Brackett (1978)
 (c): Council (1970)

(d): Marata and Kobayashi, 1972 cité dans Armour (1984)
 (e): Edwards et Brackett (1978)
 (f): Hauer, Ahlin & Bowser (1980)

(g): O'Brien (1980)
 (h): Roope & Brackett (1980)

La marge de tolérance

Une question importante liée au contrôle est la marge de tolérance supportée avant de verbaliser. Ceci vaut en particulier pour les contrôles de vitesse. La police est en général encline à tolérer une marge de 10 à 20% au-dessus de la vitesse limite avant de verbaliser. Ceci se justifie par l'imprécision des appareils enregistreurs de vitesse et le refus de la police de paraître mesquine devant les tribunaux. Un autre point important concerne les limites de vitesse effectivement contrôlées. La police a tendance à concentrer ses efforts sur les excès de vitesse les plus grands. Or ceux-ci sont relativement peu fréquents et ne concernent qu'une minorité des conducteurs. Il est donc préférable, tant au plan de la rentabilité que de l'efficacité, de commencer à appliquer la règle juste au-delà d'une certaine marge. La sanction peut être modulée suivant la gravité de l'infraction.

V.4. Pratiques de contrôle

Comme il l'a été mentionné ci-dessus, il existe différents types de comportement qui peuvent être contrôlés et le choix de ceux-ci dépend des autorités, le plus souvent la police. Une fois ce choix fait, pour chaque type de comportement, différentes pratiques de contrôle peuvent être appliquées. On trouvera ci-après la description des pratiques qui peuvent servir pour les principaux types de comportement ainsi qu'une présentation d'éléments généraux sur l'automatisation du contrôle.

V.4.1. Limites de vitesse

Les limites de vitesse sont en général fixées en fonction du type de route et de caractéristiques géométriques, du type d'environnement (urbain/rase campagne), de la catégorie d'activité (proximité d'écoles) et du type de véhicule. Il est rare que les limitations diffèrent en fonction des conditions météorologiques (limite abaissée en cas de précipitations — comme en Finlande ou en France). Les limites de vitesse ne sont en général pas très flexibles et, une fois fixées, elles s'appliquent de manière rigide à des conditions de circulation fluctuantes. Ceci constitue l'un de leurs principaux défauts. Leur grand avantage est que leur respect est facile à contrôler. La police est dotée d'équipements, en partie automatiques, capables de mesurer et d'enregistrer les vitesses supérieures à la limite. L'infraction est absolue en ce sens qu'aucune preuve complémentaire relative au danger associé à cette vitesse mesurée n'est requise. Il existe différentes techniques de mesure de la vitesse et différents matériels. Citons : le chronométrage d'un véhicule sur une distance donnée (Vascar), le radar, le radar combiné à la photographie comme preuve et plus récemment le radar à laser.

Aux États-Unis, comme en Australie, la technique la plus fréquemment utilisée est le radar tenu à la main ou monté sur un véhicule situé le long de la route. Il s'agit d'un dispositif relativement simple et bon marché qui permet à la police de détecter des véhicules qui s'approchent ou qui s'éloignent et qui a une portée pouvant atteindre plusieurs kilomètres. Ses inconvénients sont la difficulté à l'utiliser lorsque le trafic est dense — ce qui n'est généralement pas un problème en milieu rural — et différentes contre-indications à son utilisation comme la proximité de lignes à haute tension ou de masses métalliques faisant écran. En Europe, l'équipement le plus répandu est le photo-radar. Le radar active une caméra qui prend un cliché du véhicule en infraction. Il mesure les véhicules transversalement à la route — en général sous un angle de 15 à 25 degrés, mais sa portée est limitée à 35-50 mètres. Ses avantages résident dans sa précision, l'enregistrement d'une preuve et la possibilité de l'utiliser lorsque le trafic est dense. Son principal inconvénient est son coût relativement élevé qui rend peu probable de pouvoir en équiper chaque véhicule de la police de la route.

En fonction de ces avantages – inconvénients relatifs, le mode, automatique ou semi-automatique, de mesure de la vitesse a évolué. La méthode sera décrite plus en détail dans la section V.4.6. L'avantage du contrôle automatique de la vitesse réside dans la meilleure efficacité d'un équipement coûteux, dans le renforcement de la capacité à relever les infractions et dans la possibilité d'une utilisation sans intervention de personnel.

Encadré V.2.

L'importance du contrôle de la vitesse

Le contrôle du respect des limites de vitesse est l'une des questions les plus controversées dans l'action de contrôle de la police de la route. Dans de nombreux pays, l'excès de vitesse est un phénomène très répandu. Sur de nombreux types de routes, il n'est pas rare de constater des vitesses moyennes supérieures à la vitesse limite (voir chapitre II). C'est assurément le cas dans de nombreux pays sur les autoroutes, les routes de rase campagne de catégorie supérieure et les voies urbaines à chaussées séparées, mais c'est également vrai sur d'autres types de routes de rase campagne. Il n'est pas réaliste d'attendre de la police qu'elle soit très stricte dans le contrôle d'un comportement qui est le fait d'une majorité (ou du moins d'une large proportion de la population). Le contrôle de l'application des règles de circulation se fait dans un contexte de normes socialement acceptées et si la police, dans ses contrôles, s'écarte de trop de cette norme sociale, la résistance du public qu'elle induit, par le biais des médias et du processus politique, rendra rapidement son travail malaisé. Il est possible de faire évoluer lentement les normes sociales, comme on peut le voir avec la conduite sous l'influence de l'alcool dans certains pays, mais, en attendant, la police de la route doit opérer en tenant compte de la tolérance du public. C'est en partie à cause de cette résistance de l'opinion que, dans de nombreux pays, le contrôle des excès de vitesse ne représente pas une proportion élevée des tâches de la police de la route.

Une autre raison expliquant la résistance à un contrôle massif des excès de vitesse est la difficulté à établir ce délit lorsqu'un conducteur se trouve impliqué dans un accident. De manière générale, des comportements comme changer de file de manière incorrecte, refuser la priorité à une intersection ou sur un passage pour piétons ou suivre de trop près le véhicule précédent constituent des infractions dont il est facile d'apporter la preuve en justice. Il est toutefois assez clair que dans de nombreux accidents si l'un au moins des conducteurs avait adopté une vitesse plus faible, l'accident aurait pu être évité ou du moins avoir des conséquences moins graves. Une vitesse d'approche plus faible incite le conducteur à ralentir ou laisser le passage sur un passage piétons, à un carrefour entre deux routes d'importance inégale ou à s'arrêter lorsqu'un feu de signalisation change de couleur. Dans tous ces accidents, la cause mentionnée par la police n'est en général pas "vitesse excessive". Ainsi la vitesse est souvent sous-estimée dans les causes d'accident.

Les résultats des recherches de ces dernières années ont montré de nombreux exemples de réduction du nombre d'accidents et de tués faisant suite à des réductions relativement faibles de la vitesse (quelques kilomètres/heure en moyenne) (Finch *et al.*, 1994). En outre, des recherches portant plus directement sur l'effet du contrôle de la vitesse vont en général dans le sens d'une diminution des accidents associée à une réduction des vitesses pratiquées. Ceci semble indiquer que, du point de vue de l'efficacité du contrôle par la police et de l'allocation des ressources, il serait sans doute justifié de mettre l'accent sur le contrôle de la vitesse et du respect des limitations de vitesse.

Un concept qui gagne actuellement en popularité dans de nombreux pays, dont les pays scandinaves, les Pays-Bas, l'Australie, les États-Unis et le Canada, concerne les programmes de gestion de la vitesse (Knowles *et al.*, 1997 et TRB, 1998). Ce concept se résume par :

- Une amélioration du recueil des données et de l'analyse relative à l'excès de vitesse et à ses conséquences – c'est-à-dire l'analyse du risque ;
- Un choix rationnel des vitesses limites selon les zones ;
- La mise au point de techniques de gestion et contrôle de la vitesse ;
- L'élaboration de méthodes, stratégies et programmes efficaces de contrôle ;

- Une approche d'information et d'éducation sur l'excès de vitesse et ses conséquences pour le public, les organismes chargés du contrôle de l'application de la loi, les techniciens et le judiciaire.

Une approche globale telle que celle-ci permet certainement d'améliorer les pratiques et applications du contrôle de la vitesse et ainsi se traduire par des diminutions du nombre d'accidents sur les routes de rase campagne. Dans certains pays, ces approches intégrées ont un effet de dissuasion générale en contribuant à rendre l'excès de vitesse socialement inacceptable.

V.4.2. *Intersections*

Comme on l'a montré dans le chapitre II (tableau II.7), une proportion considérable des accidents sur les routes de rase campagne se produit aux intersections. Parmi les comportements qui peuvent être contrôlés par la police figurent : le respect des panneaux stop, des priorités et des feux de signalisation. On ne sait pas grand chose sur l'efficacité de telles tactiques de contrôle. Les caméras de surveillance situées sur les feux de signalisation sont de plus en plus répandues et elles sont, dans une large mesure, automatiques. En outre, en prêtant une attention plus grande au contrôle des vitesses, on pourra améliorer le comportement des conducteurs aux intersections en réduisant les vitesses d'approche. Il s'agit d'un domaine où la technique et peut-être la technologie avancée peuvent probablement être plus efficaces que le contrôle.

V.4.3. *Conducteurs sous l'influence de l'alcool*

Il ne s'agit pas d'un champ d'activité circonscrit aux routes de rase campagne. Les techniques de lutte contre l'alcool au volant, relayées par des campagnes bien ciblées dans les médias, sont bien au point dans la plupart des pays. Presque tous les pays ont un taux limite d'alcoolémie même si le niveau de celui-ci varie. Certains pays autorisent la police à pratiquer des alcootests aléatoires tandis que de nombreux autres ne le font pas. L'Australie en particulier (Etats de Victoria, Nouvelles-Galles du Sud et Australie du Sud) semble avoir obtenu de bons résultats avec des contrôles d'alcoolémie très intensifs. En Australie, les niveaux de contrôle sont beaucoup plus intensifs que dans la plupart des autres pays (Hakkert, 1996 et Cameron *et al.*, 1994).

V.4.4. *L'utilisation des dispositifs de sécurité*

Alors que lors de l'introduction des dispositifs de sécurité (essentiellement les ceintures de sécurité à l'avant des voitures), les niveaux de contrôle étaient élevés dans les phases initiales de législation, le contrôle du port de la ceinture ne paraît plus être un domaine de forte priorité dans l'activité de la police. Dans de nombreux pays, on est parvenu, pour les places avant, à des taux de port de la ceinture assez élevés, notamment sur les autoroutes (80 à 90%). Toutefois, en zone urbaine, les taux de port sont généralement plus faibles et les ceintures de sécurité arrière sont d'un usage peu fréquent dans de nombreux pays. Il existe également dans la plupart des pays une réglementation relative aux dispositifs de retenue pour enfants mais, là encore, le contrôle de l'application n'est pas très strict. Une publicité accrue, couplée à un renforcement du contrôle, serait susceptible d'améliorer le taux d'utilisation de ces dispositifs de sécurité dont l'efficacité est bien prouvée. Il est clair que pour les trois principaux types d'accidents qui surviennent en milieu rural, l'utilisation des dispositifs de sécurité contribue à atténuer la gravité de l'accident.

V.4.5. *Fatigue*

La relation entre fatigue et implication dans les accidents n'est pas très bien connue ni documentée mais elle a fait l'objet d'une grande attention chez les professionnels ces dernières années. Des conférences spécifiques se tiennent sur la question. La conduite en association avec la fatigue est un problème difficile à contrôler dans le grand public en raison du nombre important de conducteurs impliqués et de l'hétérogénéité des caractéristiques des déplacements. On se limite donc en général aux périodes de vacances pour mener des campagnes spécifiques de contrôle et de publicité. Toutefois, pour les conducteurs professionnels cette question peut également être abordée par le biais du contrôle de la durée du travail et par le biais de la technologie (chronotachygraphe). L'introduction de la technologie pourrait également permettre le contrôle à distance (Brown, 1997). Dans certains pays, on voit se développer des systèmes de gestion de la fatigue qui couplent les heures de conduite et la santé/ bonne forme du conducteur pour traiter la fatigue dans toutes ses composantes.

V.4.6. *Contrôle automatique*

Comme on l'a vu plus dans les sections précédentes, la finalité ultime des contrôles de police est de parvenir à des modifications d'ordre normatif du comportement du public afin de se conformer plus étroitement aux lois et règlements. Ceci est la seule manière de parvenir à un contrôle efficace dans des limites raisonnables de main d'œuvre et de budget.

La probabilité d'obtenir de telles modifications d'ordre normatif avec les niveaux et méthodes de contrôle actuellement appliqués dans la plupart des pays est très faible. Alors qu'on peut parvenir à modifier, et parfois de manière drastique, le comportement de l'utilisateur de la route, ces changements sont en général limités dans le temps et dans l'espace et ils ne sont pas durables. De même, les changements de comportement de l'utilisateur de la route ne se traduisent pas par une diminution durable du nombre d'accidents de la route associés avec ces types de comportement. L'explication paraît résider dans le fait qu'on n'obtient pas de modifications d'ordre normatif parce que les variations ne sont pas internalisées. On pense que pour obtenir l'effet recherché le risque d'appréhension doit nécessairement augmenter dans une proportion considérable.

Un tel effet peut être obtenu, et c'est l'objet de cette section, grâce à différentes méthodes de contrôle automatique. Ce type de contrôle peut être appliqué à bien plus grande échelle. Des technologies ont été développées pour rendre ce type de contrôle possible et faisable. Dans de nombreux pays, les lois ont été adaptées pour permettre le contrôle automatique et l'opinion, quoiqu'elle ne soit pas toujours très favorable, semble en faveur d'une introduction progressive de ce type de contrôle.

Caméras de surveillance aux feux rouges

L'utilisation de caméras automatiques dans des carrefours à feux a débuté en Europe au début des années 70. Les caméras sont en général activées une seconde après le début de la phase de rouge. Un véhicule qui passe au rouge est photographié deux fois, à une seconde d'intervalle, pour faire foi de sa progression.

Photo-radar

Une forme plus récente de contrôle automatique est la combinaison d'un appareil photographique et d'un radar pour identifier les conducteurs qui roulent au-delà de la vitesse limite augmentée d'une certaine marge. Si l'une des premières applications a vu le jour en Allemagne, au début des années 80 (Lamm et Kloeckner 1984), la plupart des applications — dont certaines sont d'une efficacité remarquable — datent de la fin des années 80. Les appareils sont installés au bord de la route, en position fixe ou mobile, et sont déclenchés par des radars réglés au-dessus de la vitesse limite. La première installation mentionnée ci-dessus servait à contrôler une autoroute dangereuse en Allemagne. Les vitesses ont chuté de quelques 20 km/h et les accidents ont été réduits d'environ 75%. En une année, 1982, sur ce seul site, quelques soixante-dix mille conducteurs ont été condamnés à une amende.

D'autres expériences menées dans un certain nombre de villes aux États-Unis ont également produit des résultats positifs. Dans le comté de Galveston, Texas, en une année, quelques cinq mille contraventions ont été émises (Blackburn *et al.*, 1989). En Arizona (1987), en une année, près de dix mille contraventions ont été émises (Fitzpatrick, 1992). Aux États-Unis, certaines applications ont introduit une autre nouveauté avec la sous-traitance à une entreprise privée de l'ensemble du processus de prise de clichés, développement et émission des contraventions. Dans la plupart des cas relatés, la majorité des conducteurs (50 à 70%) s'acquittent de l'amende. Les réductions de la vitesse moyenne obtenues sont modestes – de l'ordre de quelques km/h – mais les vitesses les plus élevées sont réduites dans une proportion plus importante. D'autres travaux semblent indiquer que des réductions modestes des vitesses moyennes peuvent avoir des avantages considérables en termes de sécurité (Nilsson, 1991). L'effet de l'utilisation de caméras de surveillance de la vitesse sur la réduction du nombre d'accidents est maintenant reconnu. Le Ministère de l'Intérieur du Royaume Uni a fait faire une analyse coût-bénéfice sur l'utilisation des caméras pour contrôler la vitesse et le respect des feux de signalisation (Police Research, 1996). Le rapport a montré une réduction de 28% du nombre d'accidents aux endroits équipés de caméras. On constate maintenant un fort soutien du public pour ce type de contrôle (Freedman *et al.*, 1992 ; Andersson, 1990).

Il a été fait état d'autres applications encore plus innovantes du contrôle automatique (Blackburn *et al.*, 1989), dont le radar automatique et le radar mobile associé à des panneaux d'avertissement qui affichent la vitesse pratiquée par le conducteur. Il n'a pas encore été mentionné de résultats quantitatifs sur les effets.

Goulots d'étranglement institutionnels

A partir du moment où le contrôle automatique se pratique couramment, il se pose immédiatement un certain nombre de questions auxquelles il faut apporter une réponse. En tout premier lieu, le véhicule n'est en général pas arrêté. Aussi le propriétaire du véhicule est-il présumé avoir commis l'infraction, sauf s'il peut prouver le contraire. Ceci est maintenant reconnu au plan légal dans différents pays, comme les Pays-Bas, l'Allemagne, l'Angleterre, Israël et certaines juridictions aux États-Unis et au Canada. L'infraction est dans une certaine mesure dépenalisée et prend une nature plus fiscale. Toutefois, dans certains pays, de telles infractions peuvent également entraîner un retrait de points qui, en s'accumulant, peuvent aboutir au retrait du permis. Parmi les autres goulots d'étranglement qui doivent être traités pour rendre ce type de contrôle effectif, on peut citer le raccourcissement du délai qui s'écoule entre la date de l'infraction et l'émission de la contravention, le processus légal si le conducteur choisit d'aller devant le tribunal et le coût financier supporté par la police pour le traitement de ces infractions. En outre, le déploiement de technologies de ce type soulève dans certains pays de sérieuses difficultés liées au respect de la vie privée.

V.5. Gestion, hiérarchisation des priorités et financement

Comme on a pu le voir dans les sections précédentes, il existe plusieurs possibilités d'amélioration de la sécurité routière sur les routes de rase campagne grâce au contrôle effectué par la police (au sens large). Il faut, toutefois, remarquer que plusieurs raisons peuvent expliquer pourquoi il n'y a pas de contrôle ou pourquoi il ne revêt pas l'intensité requise. Le contrôle pourrait donc apporter une contribution plus importante à l'amélioration de la sécurité routière que ce n'est le cas aujourd'hui dans de nombreuses juridictions rurales.

Il est clair que, dans le cadre du budget existant (parfois en diminution) de la police et de l'appareil judiciaire, le contrôle routier se trouve en concurrence avec d'autres activités — lutte contre la criminalité, les trafiquants de drogues, etc. L'expérience dans différents pays Membres de l'OCDE montre que lorsqu'il y a un choix à faire, le contrôle du respect du code de la route ne se place pas au sommet des priorités. A cet égard, il est également vrai qu'au sein de la police, le contrôle routier n'est pas considéré par la hiérarchie et les agents de police comme une activité très attirante – “le contrôle routier ne rapporte pas”. La culture policière constitue une autre gêne car sa finalité première est de traquer et identifier les violations criminelles de la loi, déterminer les culpabilités et sanctionner ensuite les contrevenants. Au contraire, le contrôle routier se préoccupe avant tout d'influencer le comportement de l'usager de la route. La prévention est après la répression l'élément déterminant de l'efficacité du contrôle mais cette idée ne cadre pas toujours bien avec la culture dominante de la police. De même, la coopération avec les médias de masse est, dans de nombreux cas, un concept nouveau pour la police et l'appareil judiciaire.

Une autre remarque marginale concerne la capacité d'apprentissage de la police et de l'appareil judiciaire. La pratique de rendre compte des activités de la police de telle sorte que l'information pertinente pour la gestion (indicateurs de ressources de départ, de flux et de production) soit disponible comme une base à partir de laquelle on puisse optimiser le contrôle est au mieux anecdotique. Il est en fait très fréquent que le contrôle soit organisé sous la forme de projets temporaires pour lesquels l'investissement en termes de temps et d'argent est si élevé que, même en cas de succès, il n'y a pas de possibilité de mettre en œuvre le système de contrôle correspondant sur une plus grande échelle ou sur une période de temps plus longue.

Bien que les pratiques actuelles de la police et les bons exemples associés ne soient pas caractérisés de manière exhaustive dans les cas mentionnés ci-dessus, ils servent à illustrer le fait que l'efficacité du contrôle (là encore pris au sens large) ne repose pas seulement sur les connaissances essentielles mais exige également une gestion, une hiérarchisation des priorités et un financement pour le contrôle et les relations publiques. Dans ce contexte, il est possible d'offrir quelques suggestions susceptibles de répondre aux problèmes mentionnés ci-dessus.

Tout d'abord cela serait bien perçu si la police fondait ses stratégies de contrôle sur des analyses d'accident sérieuses et sur les connaissances scientifiquement fondées de l'efficacité du contrôle. Une telle approche rationnelle devrait être la norme dans la gestion de la police. Les informations produites dans une telle approche peuvent être fournies en retour aux personnels de la police pour renforcer leur motivation et leur performance. Une telle approche peut être bénéfique dans l'évaluation ex-post de l'efficacité des campagnes ciblées.

En second lieu, si la capacité de la police et de l'appareil judiciaire constitue un goulot d'étranglement pour un contrôle adéquat, les infractions mineures peuvent être réglées par voie administrative plutôt que par une pénalité, si le système légal le permet. Une seconde possibilité à cet égard serait qu'une partie du travail — les activités n'imposant aucun contact avec l'usager de la route — soit exécutée par des employés non assermentés. Une autre possibilité serait de faire un choix bien

argumenté entre le recours plus fréquent à la technologie moderne – par exemple les radars automatiques et caméras de surveillance aux feux rouges et un recours moins fréquent aux officiers de police. Si pour l'affectation du personnel, l'exécution de tâches spéciales de contrôle n'a qu'une faible priorité, ces tâches doivent être automatisées dans la mesure du possible. De même, il faut bien veiller à la gestion des amendes qui ne sont pas perçues sur-le-champ mais qui sont émises automatiquement et envoyées ultérieurement au propriétaire du véhicule. Il est également recommandé de considérer ces activités comme une chaîne d'événements dont les maillons faibles doivent être repérés. Une dernière alternative à mentionner est la possibilité d'intégrer différentes mesures en une campagne afin de diminuer les coûts totaux pour les forces de police (Mathyssen, 1992).

Une troisième possibilité pour surmonter la gêne causée par le manque de main d'œuvre et/ou de budget est d'utiliser tout ou partie du produit des amendes de la circulation pour financer les coûts du contrôle. A cet égard, le (pré)- financement des investissements en équipement ou le financement des coûts d'exploitation du contrôle constituent des exemples où un tel mécanisme serait utile. Par exemple, dans le Queensland (Australie), l'introduction de radars automatiques a été un succès parce que les recettes ainsi générées ont été affectées à la sécurité routière (et non pas exclusivement au contrôle).

Bien que ces considérations ne soient mentionnées ici que brièvement et qu'elles ne soient pas nécessairement applicables, elles offrent un axe de raisonnement pour surmonter les problèmes "traditionnels" d'insuffisance des budgets et du personnel affectés au contrôle. Elles peuvent également aider à empêcher que le contrôle du respect du code de la route ne se retrouve à la fin de la liste des priorités, tout en préservant les équilibres budgétaires. En outre, il est important de créer un environnement dans lequel le contrôle routier n'est pas vulnérable aux perturbations quotidiennes. L'attention des niveaux supérieurs de la hiérarchie de la police, des officiers de police bien formés équipés d'une technologie moderne et une bonne coopération entre la police et le pouvoir judiciaire sont des facteurs essentiels pour l'efficacité du contrôle de l'application des règles de circulation.

V.6. Conclusion

Le contrôle par la police est un moyen efficace de réduire le nombre d'accidents. Il constitue également un symbole pour montrer (aux citoyens en général) l'importance de la sécurité routière. L'absence de la police risque de se traduire par le public par le fait que les infractions au code de la route sont moins importantes que d'autres types de crimes et délits, alors que potentiellement elles sont tout aussi dangereuses pour la société sinon plus. Lorsqu'il est efficace, le contrôle peut agir comme un facteur général de dissuasion qui va changer le comportement. Toutefois, pour que le changement soit durable, c'est-à-dire conduise à un changement d'ordre normatif, il doit être couplé avec d'autres actions fermes comme des sanctions adéquates et une formation suffisante du conducteur. En outre, le couplage de campagnes de publicité avec un contrôle ciblé gagne du terrain et on a pu prouver qu'il renforce les effets du contrôle, ce qui peut également contribuer à modifier les normes de conduite.

Un certain nombre de conclusions peuvent être avancées quant aux stratégies et tactiques de contrôles pertinentes pour les routes en milieu rural. Par exemple, la répétition des contrôles crée des effets de halo plus importants, dans le temps comme dans l'espace. Ceci est à comparer aux campagnes "éclair" qui sont menées plus fréquemment que des mesures permanentes. En introduisant un élément aléatoire dans le contrôle, on peut également augmenter l'efficacité du contrôle et produire des effets de halo plus importants. Enfin, en raison des coûts élevés associés au niveau de contrôle avec intervention humaine nécessaire pour faire une différence sur des réseaux de routes de rase campagne étendus, les technologies de contrôle automatique qui visent les principaux types

d'accidents sur ces routes peuvent constituer une approche intéressante pour aider à réduire le nombre et la gravité de ces accidents.

Les niveaux de contrôle du trafic sur les routes de rase campagne ne sont en général pas cohérents avec les taux d'accidents sur ces routes, surtout étant donné le fait que presque 60% des décès par accident de la route dans les pays de l'OCDE se produisent sur les routes de rase campagne. Cette situation résulte d'une insuffisance de fonds pour le contrôle de la circulation sur ces routes. Cet écart budgétaire résulte soit de la faible priorité accordée à la surveillance du trafic dans les processus budgétaires soit de ce que les crédits limités affectés à la sécurité routière sont accordés en priorité aux zones urbaines. Il est donc suggéré d'affecter de manière spécifique des crédits à la sécurité routière en milieu rural afin de s'assurer que ces importants problèmes de sécurité sont traités le plus complètement possible. Pour ce faire, une solution consiste à affecter le produit des amendes de circulation aux activités de contrôle de la police. Il est en outre recommandé de mettre en oeuvre des stratégies de contrôle, y compris l'application des technologies de contrôle automatique, et de faire appel à des systèmes de gestion du contrôle pour assurer une mise en oeuvre rationnelle et appropriée de ces stratégies.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSSON, G. (1990), *Speed Limits and Tolerances of Enforcement, Severity of Sanctions and Intensity of Surveillance*, Proceedings of the Symposium on Driving Behaviour in a Social Context, T. Benjamin (Ed.), Publisher Paradigme, Paris.
- ANON (1985), *Staysafe 5 - Appropriate Strategies for Police Traffic Law Enforcement*, Parliament of N.S.W., Joint Standing Committee on Road Safety, N.S.W., Australia.
- ARMOUR, M (1984), *The Effect of Police Presence on Urban Driving Speeds*, Australian Road Research 14(3).
- BJORNSKAU, T. and ELVIK, R. (1992), "Can Road Traffic Law Enforcement Permanently Reduce the Number of Accidents?", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 24, No. 5, pp. 507-520.
- BLACKBURN, R.R., MORAN, R. and GLAUZ, W.D (1989), *Update of Enforcement Technology and Speed Measurement Devices*, U.S. Dept. of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, Midwest Research Inst., Kansas City, Missouri.
- BROWN, I.D (1997), "Prospects for Technological Countermeasures against Driver Fatigue", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, No. 4.
- CAMERON, M., NEWSTEAD, S.V. and VULCAN, P. (1994), "Analysis of Reduction in Victorian Road Casualties, 1989 to 1992", *Proceedings of the 17th Australian Research Board Conference*, Gold coast, Queensland, Australian Road Research Board, Melbourne.
- CORBETT, C., SIMON, F. and O'CONNELL, M. (1998), "The Deterrence of High Speed Driving: A Criminological Perspective", *TRL Report 296*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- ELVIK, R. (1997), *The Effects on Accidents of Automatic Speed Enforcement in Norway*, TRB Paper 970118, TRB, Washington, D.C.
- FINCH, D., KOMPFFNER, P., LOCKWOOD, C. and MAYCOCK, G. (1994), "Speed, Speed Limits and Accidents", *TRL Report 58*, Transport Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
- FITZPATRICK, K. (1992), *A Review of Automated Enforcement*, Compendium of Papers, Institute of Transportation Engineers.
- FREEDMAN, M. and PACK, N.N (1992), *Police Enforcement Resources in Relation to Need: Changes during 1978-89*, Insurance Institute for Highway Safety, Washington, D.C.
- GOLDENBELD, C. (1993), *Compliance with Traffic Regulations in the Netherlands*, Report in Dutch (Handhaving van verkeersregels in Nederland), SWOV, The Netherlands.

- HAKKERT, A.S. and MCGANN, A (1996), *Road Safety in Australian States*, Research Report 96, Australian Road Research Board, Vic.
- HAUER, E., AHLIN, F.J. and BOWSER, J.S (1980), *Speed Enforcement and Speed Choice*, Transport Canada, Publication 80-02, Canada.
- KNOWLES, V., PERSAUD, B., PARKER, M. and WILDE, G (1997), *Safety, Speed and Speed Management -- A Canadian Review*, Transport Canada Research Report, ASF 3261-280, Canada.
- LAMM, R. and KLOECKNER, J.H (1984), *Increase of Traffic Safety by Surveillance of Speed Limits with Automatic Radar Devices on a Dangerous Section of a German Autobahn: A Long-term Investigation*, TRB Record No. 974, TRB, 1984, pp. 8-16, Washington, D.C.
- LEGGETT, L.M.W (1988), "The Effect on Accident Occurrence of Long-term Low-intensity Police Enforcement", Proceedings, 14th ARRB Conference, Part 4.
- MAKINEN, T. and SYVANEN, M. (1990), "Police Surveillance Strategies", Proceedings of the Symposium on Driving Behaviour in a Social Context, T. Benjamin (Ed.), Publisher Paradigme, Paris.
- MAKINEN, T., BEILINSON, L. and SALUSJARVI, M (1991), "Traffic Enforcement Strategy and Tactics", 2nd International Conference on New Ways and Means for Improved Road Safety and Quality of Life, Tel Aviv.
- MATHYSSEN, M.P.M (1992), "Integral Enforcement of Alcohol Consumption, Speed, Use of Seat Belts and Helmets", Report R-92-19, SWOV, Institute for Road Safety Research, Leidschendam.
- NILSSON, G (1990), "Speed Limits, Enforcement and Other Factors Influencing Speed", in Koornstra and Christensen (Eds.): *Enforcement and Rewarding Strategies and Effects. Proceedings of the International Road Safety Symposium*, Copenhagen, September 19-21, 1990, SWOV, Leidschendam, The Netherlands.
- OSTVIK, E (1989), *Road Traffic Law Enforcement -- Conceptual Framework for Police Surveillance Techniques*, Report No. ISBN-82-7133-646-0, TOI, Institute of Transport Economics, Oslo.
- PEDERSEN-HANDRAHAN, K (1991), "An Evaluation of the Radar Camera on Traffic Speed", Proceedings of the Canadian Multidisc Road Safety Conference VII, Vancouver.
- POLICE RESEARCH GROUP (1996), *Cost-Benefit Analysis of Traffic Light and Speed Cameras*, Home Office, London.
- RIEDEL, W., ROTHENGATTER, T. and DE BRUIN, R (1988), "Selective Enforcement of Speeding Behaviour", in *Road User Behaviour: Theory and Research*, Rothengatter, de Bruin (Eds.), Van Gorcum, The Netherlands.
- SEIPEL, C. (1992), *Polizeiliche Überwachung im Strassenverkehr aus sozialwissenschaftlicher sicht -- Planungstudie*, Internal Report, BASt, Bergisch Gladbach.

- SHINAR, D. and MCKNIGHT, A.J. (1984), *The Effects of Enforcement and Public Information on Compliance in Human Behaviour and Traffic Safety*, Evans, L. and Schwing, R.C. (Eds.), Plenum Books, New York.
- SHINAR, D. and STIEBEL, J. (1986), "The Effectiveness of Stationary vs. Moving Police Vehicles in Compliance with Speed Limit", *Human Factors*, 28(3), pp. 365-371.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (1998), "Managing Speed: Review of Current Practice for Setting and Enforcing Speed Limits", Special Report 254, TRB, Washington D.C.
- VAA, T. (1997), "Increased Police Enforcement -- Effects on Speed", *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, No. 3.
- ZAAL, D. (1994), *Traffic Law Enforcement -- A Review of the Literature*, Accident Research Centre, Monash University, Victoria, Australia.

Chapitre VI

LES SYSTEMES DE TRANSPORT INTELLIGENT : QUELLES SOLUTIONS POSSIBLES?

VI.1. Introduction

Les progrès techniques réalisés en matière de capacité de calcul, de communications, d'électronique et de système de positionnement par satellite contribuent tous au progrès des Systèmes de Transport Intelligent (STI) qui peuvent être utilisés pour améliorer la sécurité des routes de rase campagne. Depuis de nombreuses années, les capacités des systèmes d'information sont appliquées en milieu urbain pour améliorer l'exploitation et l'efficacité du réseau routier et aujourd'hui, dans de nombreuses zones urbaines, les conducteurs ont accès à une information en temps réel sur les conditions de circulation. Avec les progrès de la technologie et l'identification d'applications nouvelles, grâce aux efforts de recherche et de développement, l'extension des applications STI va également contribuer à résoudre les problèmes de sécurité en rase campagne. Par exemple, les technologies émergentes et les capacités des systèmes d'information en temps réel peuvent servir à fournir aux conducteurs circulant sur les routes de rase campagne des informations générales sur les conditions météorologiques qu'ils vont rencontrer ou des informations spécifiques à l'endroit où ils se trouvent, relatives au tracé et à l'état de la route en aval. Grâce à des applications de ce type, les STI, une fois déployés, permettront de diminuer le nombre d'accidents, de dommages corporels et de décès dans le transport routier, y compris sur les routes de rase campagne.

Les recherches sur le véhicule déboucheront à l'avenir sur des capacités embarquées complémentaires qui pourront contribuer à d'autres applications STI qui exploiteront les interactions entre le véhicule et le bord de la voie. Par exemple, des capteurs embarqués pour le positionnement latéral, la détection des obstacles et la surveillance du frottement pneumatique-chaussée peuvent être intégrés aux informations spécifiques à la position pour aider les conducteurs à piloter leur véhicule en toute sécurité. Enfin, des systèmes d'intervention sur les commandes seront mis au point, en vue d'assister automatiquement le conducteur dans les situations dangereuses. Un jour, si on y consacre suffisamment de recherches, le contrôle limité du véhicule pourrait laisser la place au contrôle complètement automatique des véhicules, entraînant ainsi des niveaux encore plus élevés de sécurité routière.

Les progrès dans les technologies STI susceptibles d'améliorer la sécurité routière seront liés à la levée des incertitudes qui entourent le comportement du conducteur. Ceci est en voie d'accomplissement grâce aux programmes de recherche soigneusement conçus et en cours dans de nombreux pays. Dans le même temps, les conducteurs doivent comprendre les capacités et limites des technologies destinées à les assister si on veut qu'ils les acceptent. Cette compréhension s'établira progressivement pendant la transition des parcs de véhicules qui va s'étaler sur plusieurs dizaines d'années. En outre, la résistance de certains segments de la population des conducteurs – les plus âgés, par exemple – peut faire fortement obstacle à un déploiement rapide et généralisé des techniques STI.

Ce chapitre examine les technologies STI susceptibles d'améliorer à l'avenir la sécurité sur les routes de rase campagne. Il identifie clairement les technologies qui sont actuellement disponibles, celles en cours de développement et celles qui nécessitent encore des recherches. Ce chapitre ne traite pas des technologies liées au contrôle automatique — c'est-à-dire caméras de surveillance aux feux rouges et contrôle de la vitesse — ou à la gestion des traumatismes — c'est-à-dire les systèmes d'urgence. Ces technologies sont respectivement présentées dans les chapitres V et VII. Le chapitre se conclut par une analyse des coûts relatifs de certaines technologies et de l'horizon temporel auquel elles seront prêtes à être mises en œuvre.

VI.2. Les STI et la sécurité : aperçu général

D'après ce qui précède, il est clair qu'on peut présager que le déploiement des STI aura un impact positif sur la sécurité. Il est, toutefois, important de souligner qu'une étape essentielle dans le déploiement de toute technologie STI est d'étudier quels pourraient être les effets — positifs et négatifs — de la technologie sur la sécurité et de disposer des moyens pour évaluer ces effets à différentes étapes du déploiement, de la planification et de la conception jusqu'au début de l'exploitation et à la performance à long terme. Ceci est particulièrement pertinent pour l'environnement des routes de rase campagne pour lequel l'équilibre entre les coûts et bénéfices de toute mesure de sécurité est d'une importance capitale.

Le Conseil européen pour la sécurité des transports (ETSC, 1998) a relevé un certain nombre de domaines concernant les STI et la sécurité qui peuvent également intéresser la mise en œuvre des STI sur les routes de rase campagne. On peut entrevoir à la fois des effets négatifs et positifs en ce qui concerne les aspects suivants :

- les systèmes embarqués peuvent influencer directement l'attention du conducteur, la charge mentale et la prise de décision — par exemple, le choix de la vitesse — et ainsi avoir un impact sur la sécurité ;
- les interventions directes par des systèmes sur le bord de voie auront des effets sur la sécurité similaires aux systèmes embarqués, bien que plus limités — par exemple les changements d'itinéraire ;
- les modifications indirectes du comportement de l'utilisateur des STI — c'est-à-dire l'adaptation de son comportement — peuvent apparaître dans de nombreuses circonstances inconnues et peuvent se manifester sous différentes formes d'actions comme une modification des distances de sécurité ou un changement dans l'attente du conducteur vis-à-vis du comportement des autres usagers de la route ;
- les modifications indirectes du comportement des non-utilisateurs des STI qui peuvent se manifester par le fait que les usagers non équipés imitent le comportement des conducteurs équipés de STI en se rapprochant trop près des véhicules qui les précèdent ou en roulant plus vite qu'ils ne le devraient ;
- les modifications de l'interaction entre les utilisateurs de STI et les non-utilisateurs ;
- les modifications de l'exposition de l'usager de la route en raison des changements dans les caractéristiques du trajet, du choix de l'itinéraire, du choix modal, etc.

L'ETSC souligne que leur évaluation a permis d'évaluer la difficulté de considérer les effets positifs et négatifs d'une action. Une difficulté dans ce domaine, étant donné que très peu d'usagers sont actuellement équipés de STI, est de mesurer l'impact des STI sur la sécurité par des méthodes traditionnelles fondées sur le nombre d'accidents ou de blessés. Toutefois, l'ETSC suggère que, étant

donné que le déploiement des STI sera lié à la demande du marché, il est impératif d'accompagner l'introduction de toute nouvelle technologie ou application par un suivi de la sécurité routière. Ce suivi devrait prévoir des évaluations avant déploiement ainsi que des évaluations à court et long terme des effets des technologies sur la sécurité. Bien qu'il existe plusieurs moyens d'évaluer la sécurité, il est nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches sur l'évaluation de l'impact des STI sur la sécurité.

VI.3. Dispositifs de contrôle de la vitesse

Dans les chapitres précédents, on a montré que la vitesse excessive ou inadaptée était le principal facteur intervenant dans les accidents sur les routes de rase campagne. Les STI peuvent améliorer la sécurité routière en milieu rural grâce à l'application de systèmes conçus pour aider les conducteurs à sélectionner la vitesse adaptée dans des conditions données ou à respecter la limite de vitesse affichée. Par exemple, de simples systèmes d'alarme active en bordure de voie peuvent alerter les conducteurs dans des situations où la vitesse pratiquée n'est pas adaptée au trafic, à la géométrie ou à l'environnement en aval et les inciter à ajuster leur vitesse. Contrairement à ces systèmes passifs qui exigent une réponse du conducteur, il existe d'autres technologies STI qui sont actives en ce qu'elles ajustent ou régulent automatiquement la vitesse du véhicule. Qu'ils soient actifs ou passifs, les dispositifs de contrôle de la vitesse sont importants pour l'environnement des routes de rase campagne car ils peuvent constituer des mesures de prévention particulièrement efficaces des accidents avec sortie de route et dans les carrefours.

VI.3.1 Les systèmes de vitesse conseillée

Plusieurs pays utilisent des capteurs de vitesse pour avertir les conducteurs que leur vitesse est inadaptée aux conditions en aval et susceptible de les mettre en danger s'ils ne la réduisent pas. En général, ces systèmes de vitesse conseillée sont installés en amont de courbes horizontales ou de descentes avec une forte pente. Les capteurs activent des balises clignotantes combinées à des panneaux à messages fixes ou variables. Les essais-pilotes d'exploitation menés aux États-Unis ont démontré une grande efficacité dans la réduction des vitesses et du nombre d'accidents avec sortie de route (FHWA, 1997). On a également démontré que le nombre d'accidents avec renversement de véhicules lourds peut être réduit en utilisant ces systèmes. En Australie et dans d'autres pays, les signaux de vitesse conseillée sont reliés à des systèmes qui surveillent les mauvaises conditions météorologiques comme le brouillard et, dans certaines situations, sont obligatoires pour pouvoir verbaliser.

Une autre application du système de vitesse conseillée est le panneau mobile qui affiche la vitesse d'approche d'un véhicule. Ces systèmes sont avant tout destinés à des fins d'information et à faire prendre conscience aux conducteurs de leur vitesse. Il n'existe pas d'étude conclusive quant à l'impact sur la sécurité de ces panneaux d'information sur la vitesse, encore que certains éléments indiquent une réduction significative de la vitesse des véhicules (TRL, 1996). Par exemple, des essais-pilotes dans le Comté de Norfolk (Royaume Uni) ont utilisé des signaux activés par la vitesse à l'approche de virages, d'intersections, à l'entrée de villages. Ces dispositifs ont montré qu'on pouvait parvenir à des réductions importantes de la vitesse, et ainsi réduire le nombre d'accidents et de tués correspondant. Moyennant des recherches complémentaires, ces systèmes peuvent s'avérer un outil utile pour la sécurité routière en rase campagne.

VI.3.2. Adaptateurs de vitesse

On utilise depuis de nombreuses années des équipements embarqués pour réguler la vitesse d'un véhicule. En plus des régulateurs de vitesse maximum visant à limiter la vitesse des camions et des bus, on dispose maintenant de technologies, fondées sur les dispositifs de réglage de la vitesse de croisière qui existent depuis longtemps, pour équiper également les voitures de tels dispositifs qui peuvent être réglés par le conducteur, comme dans le passé, ou indépendamment du conducteur grâce à des liens de communication avec les systèmes en bordure de voie. Ces systèmes fournissent des informations spécifiques à la position nécessaires pour ajuster automatiquement la vitesse du véhicule en fonction de la limitation de vitesse et donc augmenter la sécurité en empêchant les infractions. Des recherches sont en cours aux Pays-Bas et en Suède pour développer l'adaptation intelligente de la vitesse (AIV) en intégrant une vitesse maximale, fonction de la position, au système de contrôle du véhicule. L'intégration est rendue possible par la l'information donnée au conducteur ou avertissement si nécessaire, de sorte que les vitesses puissent être ajustées soit manuellement (volontairement) soit par une intervention automatique (obligatoire). Un essai-pilote de l'application a démarré à Tilburg en 1998. La mise en œuvre de cette application, comme pour de nombreuses applications STI, suppose l'acceptation des conducteurs. D'autres pays, y compris la Suède et le Royaume Uni, font des recherches similaires sur les systèmes de contrôle de la vitesse. Ces études comprendront nécessairement une évaluation des implications légales et institutionnelles de l'intervention sur la vitesse.

VI.3.3. Assistance à la régulation de la vitesse

Un système d'assistance à la régulation de la vitesse est destiné à améliorer la sécurité en fournissant une assistance automatique à la régulation de la vitesse du véhicule. Ce type de système est actuellement étudié et développé comme un moyen de faire face à divers obstacles et conditions dangereuses, comme :

- des obstacles sur la trajectoire du véhicule ;
- les relations entre véhicules dans les intersections et sur les chaussées ;
- les véhicules lents comme le matériel de construction et d'entretien, ainsi que des voitures particulières dans des conditions spécifiques comme une circulation qui se densifie ;
- des caractéristiques géométriques de la route comme les courbes ;
- un état du revêtement dangereux comme des nids de poule, de l'eau ou de la glace ;
- les conditions météorologiques, mauvaise visibilité par exemple ; et
- la forme physique du conducteur – fatigue, etc.

Le développement de systèmes de régulation de la vitesse dans les courbes serait très bénéfique en milieu rural car ils seraient capables de calculer la courbure du tronçon en aval et de déterminer la vitesse adéquate du véhicule pour qu'il conserve sa trajectoire. Si le véhicule roule trop vite, le système avertit le conducteur et décélère automatiquement le véhicule.

Un système, mis en œuvre au Japon, utilise un système de navigation qui détecte la position du véhicule et décélère les véhicules en excès de vitesse à l'entrée des courbes. En premier lieu, un système de positionnement GPS détecte la position du véhicule à l'aide de satellites tandis qu'un système embarqué détermine la file dans laquelle il circule grâce à des capteurs situés sur les roues des deux côtés. Ces données sont comparées à une carte routière électronique (repérage cartographique) afin d'estimer plus précisément la position du véhicule. La limite de vitesse appropriée est ensuite

déterminée en se fondant sur le rayon de courbure de la chaussée. Le contrôle de la décélération est géré à l'aide d'un système d'alarme qui tient compte de la limite de vitesse. Enfin, la vitesse du véhicule est ajustée en jouant sur l'injection et la transmission.

D'autres systèmes en cours de développement se fondent sur la détection optique et utilisent des caméras pour reconnaître les voies de circulation et calculer la courbure de la chaussée. Des projets en Europe et au Japon ont testé des systèmes qui utilisent l'infrastructure de communications route-véhicule pour calculer la courbure de la chaussée et limiter la vitesse des véhicules.

VI.3.4. *Système de commande adaptatif du régime de croisière*

Les systèmes qui combinent les fonctions de régulation de la vitesse et d'alerte relative à la distance inter-véhiculaire sont appelés "système de commande adaptatif du régime de croisière". Lorsque le véhicule circule sans être gêné par les autres véhicules, sa vitesse demeure celle fixée par le conducteur. Lorsque le véhicule se rapproche d'un véhicule plus lent circulant sur la même voie, le système régule la vitesse pour conserver un écart suffisant avec celui-ci. Ce type de système a été étudié et développé dans le cadre du programme européen PROMETHEUS (Programme for European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented Safety) (Commission Européenne, 1997). Un système analogue développé au Japon, dans le cadre du projet Véhicule de Sécurité Avancé (ASV — Advanced Safety Vehicle) est actuellement évalué dans le cadre de l'essai-pilote "Intelligent Cruise Control Field Operational" aux États-Unis (ITS America, 1997).

VI.4. *Systèmes d'information conducteur/véhicule*

Plusieurs technologies STI en cours de développement devraient contribuer à la sécurité routière à la fois du point de vue de la performance du conducteur et de celui de l'environnement de la conduite. Cette partie traite des systèmes liés à la sécurité qui fournissent des informations pour aider les conducteurs à améliorer leur propre performance ou à prendre de meilleures décisions d'itinéraire et à éviter ainsi des situations dangereuses. Les systèmes destinés à atténuer les effets d'un accident, une fois celui-ci survenu, sont également pris en considération.

VI.4.1. *Techniques de gestion du conducteur*

Les techniques de gestion du conducteur ont le potentiel de faire diminuer les accidents dus aux erreurs causées par l'état physique des conducteurs. En particulier, les systèmes de surveillance du conducteur font appel à des capteurs pour contrôler les paramètres physiques du conducteur — c'est-à-dire sa respiration, son rythme cardiaque, la position et les mouvements de ses yeux, ainsi que d'autres paramètres — ou l'état de plusieurs des systèmes de commande du véhicule, en général le système de direction, et activer ensuite, si nécessaire, des systèmes, actifs ou passifs, d'alarme et de contrôle. Maintenir le conducteur en éveil et prêt à intervenir lorsqu'une manœuvre de contrôle s'impose est un élément-clé de la réduction des accidents avec sortie de route, conséquences de la fatigue du conducteur. Des études menées en Europe ont montré que les taux d'accidents peuvent être réduits jusqu'à 41% avec une réduction simultanée de la gravité des accidents (Commission Européenne, 1996-97).

Il existe d'autres techniques, plus simples, de gestion du conducteur susceptibles d'améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. Par exemple, en Australie, les voitures de police en milieu rural sont équipées d'un panneau à messages variables d'une seule ligne monté avec les feux

clignotants sur le toit. Ces panneaux permettent au conducteur d'un véhicule qui se trouve derrière de prendre connaissance d'avertissements de sécurité particuliers. Jusqu'à présent, ces panneaux ont été utilisés pour alerter les conducteurs des risques associés à la fatigue et fournir des recommandations relatives aux pauses pour se reposer. Couplée à la distribution gratuite de café en certains points, cette approche est susceptible de déboucher sur une réduction des accidents sur les routes de rase campagne lors des fins de semaine prolongées ou d'autres périodes de forte circulation. D'autres systèmes déjà utilisés pour avertir les conducteurs de l'approche d'un véhicule d'urgence peuvent également être appliqués en milieu rural. Dans ces systèmes, les véhicules d'urgence disposent d'un émetteur qui envoie des signaux aux véhicules sur leur trajectoire. Le signal est reçu à bord du véhicule et active un voyant clignotant sur le tableau de bord. Ces systèmes ne fonctionnant en général qu'en portée optique, leur application est réservée à certaines situations particulières en milieu rural.

VI.4.2. Enregistreurs de données sur les véhicules (boîtes noires)

Des recherches en Europe, y compris le projet DRIVE SAMOVAR, ont montré que l'installation d'enregistreurs de données embarqués pouvait induire chez les conducteurs des améliorations du comportement favorables à l'amélioration de la sécurité routière. Ces enregistreurs de données, connus dans l'aviation sous le nom de "boîtes noires", ont la capacité d'enregistrer de manière continue des données objectives relatives à la marche du véhicule. Ces données peuvent être exploitées et utilisées à des fins de gestion de l'exploitation ou de logistique, par exemple pour suivre les véhicules de matières dangereuses et leur donner un itinéraire, ou pour reconstituer ce qui s'est passé immédiatement avant ou après un accident. Dans un pays comme l'Australie, par exemple, qui est caractérisé par des zones très isolées, ces techniques sont d'autant plus utiles qu'elles permettent d'identifier la position exacte des véhicules en détresse. Des essais-pilotes d'exploitation d'enregistreurs de données menés au Royaume-Uni, en Belgique et aux Pays-Bas ont entraîné des réductions d'accidents de l'ordre de 20% (SWOV, 1997). Au Royaume-Uni, les exploitants de flottes peuvent obtenir jusqu'à 15% de réduction de leur prime d'assurance dès lors que leurs véhicules sont équipés d'enregistreurs (TRL, 1996). Si ces appareils ne constituent pas en eux-mêmes une mesure de prévention spécifique, la large diffusion des technologies STI qui améliorent la performance du conducteur produira globalement une amélioration de la sécurité des systèmes routiers.

VI.4.3. Systèmes de navigation

Les systèmes de navigation sont actuellement disponibles en option à l'achat sur de nombreux véhicules neufs et dans de nombreux accessoires, y compris des versions pour des PC de poche. Ils s'appuient sur des GPS pour les informations relatives à la position et à la navigation. Ces systèmes permettent au conducteur de savoir où il se trouve et de prendre en toute confiance ses décisions d'itinéraire. En éliminant une source d'indécision du conducteur, qui contribue à des erreurs de sa part, certains accidents peuvent être évités. Pour améliorer la sécurité, on développe actuellement des systèmes qui sollicitent moins l'attention du conducteur en se manifestant de manière vocale plutôt que de manière visuelle. D'autres systèmes existent pour s'assurer que la sécurité n'est pas compromise et imposent que le véhicule soit à l'arrêt pour enclencher certaines fonctions de délivrance d'informations.

La plupart des unités de navigation fournissent des informations en temps réel au conducteur sur sa position et sont capables de lui fournir à chaque bifurcation des instructions de guidage dans des zones qui ne lui sont pas familières. Ces unités peuvent également comporter une liste de tous les services à la disposition des automobilistes tels que carburant, alimentation, hébergement et secours d'urgence.

Les systèmes embarqués de messagerie mobile sont au stade d'expérimentation-pilote aux États-Unis. Ces petites unités, qui tiennent dans la main, ont la capacité d'informer le conducteur des conditions qu'il va rencontrer en aval grâce à l'activation d'un ou plusieurs messages pré-programmés. Initialement conçus pour une application dans les zones sous chantier, ces appareils devraient à l'avenir être en mesure de traiter des ensembles supplémentaires d'informations et de messages d'avertissement (FHWA, 1997).

VI.4.4. Information météorologique

Grâce aux informations sur les conditions météorologiques actuelles et prévues, les conducteurs sont mieux préparés à l'état de la route et aux conditions de conduite auxquels ils doivent s'attendre. Grâce à ces informations, les conducteurs peuvent éviter des conditions dangereuses en planifiant mieux leurs itinéraires et/ou en modifiant leurs horaires. Des systèmes d'information météorologique sont déjà en service dans différentes parties de l'Europe, du Japon, de l'Australie et des États-Unis pour assurer la sécurité des automobilistes (ITS America, 1997).

Les systèmes d'information météorologique vont des balises clignotantes avec des panneaux à messages statiques à des panneaux à messages variables et des panneaux d'information électronique affichant les conditions météorologiques et les messages d'alerte correspondant. Dans certains cas, les informations météo sont générées par des capteurs locaux et utilisées ensuite par les services des routes pour fermer physiquement des tronçons de routes afin de réduire les risques pour les usagers de la route. Bien que l'hiver soit la période de l'année la plus susceptible de voir les conditions météo imposer des fermetures de routes, plusieurs états des États-Unis et de l'Europe disposent également de systèmes de détection du brouillard qui donnent l'alarme lorsque les conditions risquent de devenir très mauvaises (FHWA, 1997). En Australie, les systèmes de détection du brouillard et d'avertissement sont reliés à des panneaux de vitesse pour réduire les vitesses pratiquées durant les périodes où règnent de mauvaises conditions.

Les bulletins météorologiques sont disponibles avant le voyage auprès de nombreuses sources existantes qui publient ou affichent des données et prévisions météorologiques. Les systèmes d'information spécifiquement destinés aux voyageurs comprennent : les conditions en temps réel et les prévisions sur Internet ; des services de réponse téléphonique ; des terminaux d'informations pour les voyageurs, parfois connus sous le nom de "kiosque" ; des panneaux à messages variables en bordure de voie ; et des bulletins radio d'avertissement diffusés sur la radio normale des voitures. Ces systèmes sont destinés à apporter aux conducteurs des informations précises sur l'état de la chaussée et les conditions météo auxquels ils doivent s'attendre. Par exemple, plusieurs de ces technologies ont été intégrées et déployées avec succès au bénéfice des spectateurs et participants aux Jeux Olympiques d'hiver à Nagano, Japon, en 1998 (Ministry of Construction, 1996). Cet exemple et d'autres montrent qu'en améliorant l'information fournie aux conducteurs, on diminue le nombre d'accidents susceptibles de se produire. Il faut toutefois noter que dans la mesure où ces systèmes n'ont fait leur apparition que récemment, il y a peu d'éléments scientifiques sur lesquels fonder ce résultat ; mais on a connaissance de nombreux éléments empiriques qui indiquent le succès de ces systèmes.

Des systèmes embarqués ont été développés pour surveiller avec précision la température du revêtement de la chaussée en vue d'aider les services des routes à appliquer les produits anti-verglas ou les fondants chimiques. Des données précises sur la température du revêtement au niveau du système pourraient également être utiles pour les conducteurs, en particulier en des endroits où l'on sait que le verglas provoque de nombreux accidents. Des développements complémentaires sont nécessaires avant que cette technologie puisse équiper les voitures particulières ordinaires.

VI.4.5. Atténuation de la gravité des accidents

Il existe des technologies embarquées qui peuvent aider à atténuer les conséquences d'un accident pour les victimes. Des recherches sont en cours sur la ceinture de sécurité et l'airbag "intelligents"; elles devraient conduire à la mise au point d'améliorations de ces produits qui assisteront le déclenchement et le réglage de la tension des ceintures de sécurité ainsi que le gonflage des airbags pendant le déroulement de l'accident. Ces progrès contribueront à minimiser les blessures et décès lors des accidents, en particulier lors d'accidents avec un choc violent assez caractéristiques sur les routes de rase campagne.

VI.4.6. Évitement des accidents

Certaines estimations suggèrent que l'erreur du conducteur intervient dans 90% de l'ensemble des accidents. Les technologies destinées à apporter au conducteur en temps opportun des informations grâce à des capteurs embarqués peuvent contribuer à améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne car elles peuvent réduire le temps de perception et de réaction nécessaire aux conducteurs pour agir en réponse à un danger potentiel. Le titre général de systèmes d'évitement des accidents englobe toutes les technologies qui font appel à des capteurs et systèmes d'information pour assister le conducteur. Ces systèmes soit lancent un avertissement pour déclencher une action (système passif) soit initient l'intervention directe et automatique d'un activateur pour mettre en œuvre les actions correctives (système actif). Des systèmes d'alerte passifs sont aujourd'hui sur le marché. Les systèmes à base de radars et les caméras en circuit fermé sont les applications les plus répandues. Les systèmes radar sont en général utilisés pour éviter les collisions frontales et surveiller les angles morts. Les caméras en circuit fermé peuvent servir à détecter les obstacles et dangers à proximité du véhicule.

Aux États-Unis, la National Highway Traffic Safety Administration a sélectionné trois systèmes d'évitement des accidents visant les collisions arrière, les accidents lors de changement de file et les sorties de route dont elle estime qu'ils pourraient éliminer chaque année 1,2 million d'accidents.

Des recherches complémentaires sur les technologies d'évitement des accidents les plus prometteuses sont en cours aux États-Unis (Intelligent Vehicle Initiative), au Japon (Véhicule Sécurité Avancée) (Ministry of Construction, 1996), et en Europe (DRIVE II, Programme d'applications télématiques pour les transports) (Commission Européenne, 1997). On attend des futurs systèmes qu'ils dépassent l'alerte passive pour fournir une assistance active grâce à une intervention sur les commandes dans les situations dangereuses.

VI.4.7. Les systèmes de guidage latéral — une application future

Le concept de systèmes de guidage latéral est né dans le cadre des programmes et de la recherche sur les systèmes de routes automatisées (Automated Highway Systems (AHS) Research and Programmes) et il progresse maintenant grâce à des initiatives aux États-Unis, au Japon et en Europe. Les activités d'essai et d'évaluation en cours dans ces trois régions se concentrent sur un certain nombre de systèmes de guidage latéral, comme les plots magnétiques, les systèmes optiques et les systèmes radar utilisant une bande de marquage de la chaussée spécifiquement préparée à cette fin.

Dans le cadre du projet PATH (Partners for Advanced Transit and Highways) aux États-Unis, on a testé avec succès un système d'aide à la tenue du cap fondé sur l'utilisation de plots magnétiques. La correction s'effectue en utilisant les données d'espacement fournies par une

combinaison de plots magnétiques afin d'estimer les erreurs d'espacement. L'Université Carnegie Mellon aux États-Unis a dirigé le développement de ce que l'on appelle le laboratoire de navigation (NAVLAB Navigation Laboratory) qui est un véhicule expérimental avec un système de direction automatique commandé par l'application d'une technologie de traitement optique pour la reconnaissance de file. Le système a fonctionné avec succès sur 97% d'un essai opérationnel de 5 000 kilomètres entre Washington D.C. et San Diego, Californie. D'autres systèmes d'aide au maintien de la trajectoire ont été développés par le secteur privé, en Europe dans le cadre d'une expérimentation faisant partie du projet PROMETHEUS, et aux États-Unis, dans le cadre d'une initiative appelée "DEMO 97" (ITS America, 1997). Au Japon, la promotion du développement des systèmes d'aide au maintien de la trajectoire se fait dans le cadre des projets AHS et AVS et une démonstration réussie a eu lieu en 1996, avec 11 véhicules automatiques, sur un tronçon de la voie rapide Joshinetsu pas encore ouvert à la circulation (Ministry of Construction, 1996).

Lorsqu'ils seront généralisés, les systèmes de guidage latéral offriront des possibilités pour empêcher les véhicules de quitter la chaussée et de heurter d'autres véhicules ou des obstacles en bordure de voie. Parmi les possibles applications futures de ces technologies d'amélioration du guidage des véhicules sur les routes de rase campagne, on peut citer : les routes étroites ; les virages isolés ou les successions de virages dangereux ; ainsi que les conditions de mauvaise visibilité en raison du brouillard, de la pluie ou de la neige.

VI.4.8. Les systèmes d'amélioration de la vision : une application future

Plusieurs pays mènent actuellement des recherches et des essais en vue de développer des systèmes capables d'améliorer la conduite de nuit. Les projecteurs ultraviolets sont l'une des techniques les plus prometteuses, actuellement en cours d'évaluation aussi bien en Europe qu'aux États-Unis. Les projecteurs ultraviolets ont le potentiel d'améliorer la sécurité routière en améliorant la visibilité du marquage de la chaussée à plus grande distance et, avantage supplémentaire, en assurant une meilleure sécurité aux piétons. Parmi les autres systèmes d'amélioration de la vision en cours de développement on trouve les systèmes qui se fondent sur les caméras de complément et sur les technologies à infrarouges. Un à-côté intéressant des systèmes d'amélioration de la vision peut être leur utilité dans le traitement du problème de sécurité posé par le vieillissement de nos sociétés. D'après les résultats d'enquêtes menées en Europe, on peut estimer que 60 à 70% des conducteurs âgés seraient disposés à conduire plus, et capables de le faire, s'ils disposaient de systèmes d'amélioration de la vision. Ceci pourrait véritablement soulager certaines personnes âgées qui vivent en milieu rural, sans transport public à leur disposition.

VI.5. Les applications fondées sur l'infrastructure pour les systèmes coopératifs

Les systèmes qui font la liaison entre les informations fournies par les capteurs routiers et les systèmes embarqués d'alarme et de commande sont appelés systèmes coopératifs. Dans l'environnement routier actuel, les capteurs routiers activent des panneaux à messages variables et/ou des feux clignotants d'avertissement. Les plus traditionnels de ces systèmes concernent les passages à niveau ferroviaires où les trains en approche sont détectés automatiquement et des feux clignotants et des barrières de protection sont activés jusqu'au passage du train. D'autres systèmes d'avertissement sont utilisés pour améliorer les niveaux de sécurité et de sûreté sur les systèmes routiers de rase campagne. En général, ces systèmes font appel à des capteurs pour activer des panneaux ou dispositifs d'avertissement en bordure de voie. A l'avenir, on utilisera des systèmes véritablement coopératifs qui permettent une activation des systèmes d'information embarqués par des transpondeurs en bordure de voie ou par des communications au niveau du système de façon à alerter les conducteurs de conditions spéciales sur la route et éventuellement d'agir sur les systèmes de commande du véhicule.

VI.5.1. *Avertissement en approche de carrefour*

Semblables en application aux systèmes de vitesse conseillée, les capteurs d'infrastructure comme les boucles à induction peuvent être utilisés pour identifier les véhicules à l'approche des carrefours en rase campagne. Ces capteurs peuvent activer des balises d'alerte en combinaison avec des panneaux statiques pour avertir les conducteurs de la présence de véhicules en approche sur d'autres branches de l'intersection. Ces technologies sont particulièrement utiles lorsque la distance de visibilité est limitée ou lorsque les vitesses pratiquées à l'approche du carrefour sont élevées. Ces systèmes pourraient présenter une efficacité importante en des endroits où les accidents sont nombreux.

VI.5.2. *Système de guidage par des feux*

Un système de guidage par des feux utilisant un affichage à diodes électroluminescentes a été installé au Japon dans la partie externe d'un tronçon en courbe sur une route de rase campagne où la visibilité est mauvaise. Le système est conçu avec des feux verts pour notifier aux conducteurs l'existence d'un tronçon en courbe en aval. Des feux rouges se mettent à clignoter lorsque arrivent dans l'autre sens des véhicules que le conducteur ne peut pas voir de loin. Ce système de guidage par des feux a été initialement introduit au Japon au milieu des années 90 et le nombre d'installations s'accroît (Ministry of Construction, 1996). Il s'agit d'une application d'un système particulièrement bien adapté à l'environnement rural, surtout compte tenu de la nature des problèmes de sécurité.

VI.6. *Considérations relatives aux facteurs humains*

Un élément important à prendre en compte dans le développement et la mise en œuvre des systèmes d'information et d'assistance au conducteur à partir du véhicule est la manière dont les conducteurs vont réagir et répondre à cet équipement. En général, il faut assurer la fiabilité des systèmes au fur et à mesure qu'on les couple avec les fonctions de commande si l'on veut que les conducteurs permettent qu'on les utilise au mieux de leur potentiel. Plus spécifiquement, le niveau auquel le conducteur comprend et accepte l'équipement est critique au succès des applications STI pour la sécurité en rase campagne. Certaines des questions auxquelles il faut apporter une réponse alors que la recherche dans ce domaine se poursuit sont centrées sur la manière dont les conducteurs vont modifier leur comportement en relation à la tolérance au risque. Ceci revêt une importance toute particulière car la présence de systèmes d'assistance au conducteur susceptibles d'être perçus comme un prolongement des capacités humaines pourrait augmenter la tolérance au risque et donc diminuer la sécurité. Des recherches sur les facteurs humains – quelquefois dénommées interface conducteur-véhicule ou interface homme-machine – qui traitent ce type de problèmes sont en cours en Europe (TRL, 1996), au Japon (Ministry of Construction, 1996) et aux États-Unis (ITS America, 1997).

VI.7. *Les STI en perspective*

Les technologies STI en cours d'évolution, qui semblent très prometteuses pour les futures améliorations de la sécurité routière, continueront à exiger une coopération entre les secteurs public et privé. Les progrès rapides de la technologie continueront à alimenter de nouvelles possibilités en matière de sécurité de la route et du véhicule qui répondent aux problèmes les plus courants d'accidents en milieu rural. Comme on l'a indiqué précédemment, les systèmes autonomes sur les véhicules évolueront et passeront de systèmes simples d'avertissement à des systèmes d'intervention et de commande, y compris des systèmes véritablement coopératifs véhicule/route. Le tableau VI.1. présente une sélection de technologies STI, leurs applications et des indications générales quant à leurs

coûts relatifs et leur horizon de mise sur le marché. Même si des évaluations préliminaires des coûts et avantages relatifs des technologies STI ont été établies en Europe, aux États-Unis et au Japon, des analyses plus détaillées s'imposeront au fur et à mesure de la réalisation des travaux de recherche et développement complémentaires.

Tableau VI.1. **Une sélection de technologies STI, l'horizon auquel elles seront prêtes pour la mise sur le marché et leurs coûts relatifs**

Technologie	Type d'accident concerné	Horizon de mise en œuvre	Coût relatif
Contrôle de la vitesse - Vitesse conseillée - Régulation de la vitesse - Contrôle depuis le bord de la voie	Sortie de route	Proche	Faible
	Intersection	Proche	Faible
	Sortie de route	Proche	Faible
	Intersection	Moyen terme	Moyen
	Surveillance du conducteur	Sortie de route	Proche
Avertissement en approche de carrefour	Intersection	Proche	Faible
Guidage par des feux	Sortie de route Collision frontale	Proche	Faible
Informations météorologiques	Sortie de route	Proche	Faible- moyen
	Intersection	Proche	Faible- moyen
Évitement des accidents	Tous	Proche - moyen terme	Faible-moyen
Guidage latéral - Alerte - Contrôle	Sortie de route	Proche	Faible-moyen
	Sortie de route	Moyen - long terme	Moyen-élevé
Systèmes d'atténuation de la gravité des accidents - Ceintures/Airbags Intelligents	Tous	Proche - moyen terme	Faible
	Enregistreurs de données sur les véhicules	Tous	Proche - moyen terme

Horizon temporel de mise en œuvre - Proche = Maintenant - 3 ans ; Moyen terme = 3 à 7 ans ; Long terme = 8 ans et +
Source : FHWA.

VI.8. Besoins futurs

La réalisation de l'ensemble du potentiel des solutions STI pour le traitement des problèmes de sécurité en milieu rural dépend d'un certain nombre de questions en évolution. Les systèmes de sécurité embarqués évolueront et passeront de systèmes isolés autonomes vers des systèmes véhicule-route complètement intégrés. Lorsque ces systèmes commenceront à apparaître dans les flottes de véhicules, la sécurité routière commencera à s'améliorer. Cependant, des recherches importantes sont encore nécessaires sur les points suivants : les coûts (et avantages) de ces systèmes ; différentes questions techniques ; les questions d'interface homme-machine ; enfin, les contraintes institutionnelles, légales et politiques. En considérant le conducteur et la chaussée comme un seul et même système on pourrait à l'avenir déboucher sur des percées rapides dans l'amélioration de la sécurité routière. Le secteur public aussi bien que le secteur privé bénéficieront de ces initiatives.

Capitalisant le succès des premières recherches européennes dans le cadre des projets DRIVE et PROMETHEUS, les programmes de recherche en cours comme les travaux sur la route

automatisée menés au Japon et aux États-Unis ou le programme de recherche sur l'évitement des accidents aux États-Unis, vont fournir des résultats qui sont essentiels à la poursuite de la mise en œuvre des technologies STI. En Europe, des applications destinées à améliorer la sécurité vont être développées dans le cadre de projets tels que AC-ASSIST, CHAUFFEUR et SAVE. Aux États-Unis, le projet Intelligent Vehicle Initiative va constituer le point focal pour les recherches sur le système route/véhicule visant à améliorer la sécurité. Au Japon, un programme de recherche appelé Systèmes avancés pour le contrôle et la sécurité du véhicule s'attaque aux mêmes objectifs de sécurité routière. Tous ces programmes de recherche constituent un potentiel d'amélioration significative de la sécurité routière dans les années qui viennent.

Les officiels du transport responsables des programmes pour les routes de rase campagne seront les principaux acteurs de la mise en œuvre future des STI utilisant l'infrastructure comme support. Les directions des routes seront sans doute les responsables au premier chef de la surveillance de la mise en œuvre et de l'exploitation des systèmes ci-après :

- systèmes qui font appel à des capteurs dans la chaussée pour surveiller le trafic ou la météorologie ;
- émetteurs-récepteurs en bordure de voie qui permettent les communications dans les deux directions entre le véhicule et la bordure de la voie ; et
- potentiellement d'autres infrastructures pour les systèmes coopératifs de contrôle route/véhicule.

Aussi l'une des recommandations de ce rapport est que responsables de l'administration des routes et ingénieurs parviennent, grâce à la formation et à d'autres moyens de diffusion, à une bonne compréhension des avancées des techniques d'avertissement et du statut de la recherche-développement en cours pour d'autres technologies STI en faveur de la sécurité, de sorte qu'ils soient mieux préparés au déploiement futur des STI. Ainsi, les mécanismes institutionnels qui sont essentiels au succès de la réalisation des programmes de sécurité pour les routes de rase campagne seront à même de tirer pleinement parti des STI comme outil de renforcement de la sécurité.

VI.9. Conclusion

Ce chapitre a mis l'accent sur diverses applications des STI pour les routes de rase campagne dans les domaines du contrôle de la vitesse, des systèmes d'information conducteur/véhicule et des systèmes coopératifs. Dans de nombreux cas, les technologies ont un coût relativement faible et sont déjà disponibles. Ceci signifie qu'elles peuvent être appliquées dans l'environnement rural où le caractère extensif du réseau routier fait du coût un critère prédominant de prise de décision.

Étant donné le rôle majeur de la vitesse dans les accidents sur les routes de rase campagne, les applications à faible coût essentielles pour les routes de rase campagne sont les techniques de contrôle de la vitesse comme les systèmes de vitesse conseillée et la régulation adaptative de la vitesse. A court terme, on trouve également comme mesures de faible coût les systèmes de surveillance du conducteur, l'avertissement en approche de carrefour et le guidage par des feux. Dans les trois à sept prochaines années, d'autres mesures à faible coût seront également largement répandues comme les ceintures de sécurité et airbags intelligents ou les enregistreurs de données, susceptibles de réduire les problèmes de sécurité sur les routes de rase campagne. Enfin, le rapport identifie des mesures STI dont le coût est élevé et/ou qui ne seront pas disponibles avant un certain temps. C'est aux autorités responsables des routes et aux usagers qu'appartient la décision, au cas par cas, d'appliquer ces mesures sur des routes de rase campagne.

BIBLIOGRAPHIE

- ETSC (1998), "Draft Paper on Telematics and Intelligent Transport Applications for Road Safety", ETSC, Brussels.
- EUROPEAN COMMISSION (Annual Report 1996-97), *ITS Applications for Transport*, ARTTIC, Brussels.
- EUROPEAN COMMISSION (1997), "ITS Transport Telematics -- Meeting the Challenge Together in Europe", Brussels.
- FHWA (1997), *Technology for Rural Transport: "Simple Solutions"*, Publication No. FHWA-RD-97-108, Washington, D.C.
- FHWA (1998), *Intelligent Transport Systems: Real World Benefits*, Publication No. FHWA-JPO-98-018, Washington, D.C.
- ITS America (1997), *A Comparison of Intelligent Transport Systems Progress Around the World Through 1996*, Intelligent Transport Society of America, Washington, D.C.
- MINISTRY OF CONSTRUCTION (1996), *ITS Handbook in Japan*, Highway Industry Development Organization, Tokyo.
- TRANSPORT RESEARCH LABORATORY (1996), *Review of the Potential Benefits of Road Transport Telematics*, TRL Report 220, Berkshire.
- SWOV INSTITUTE FOR ROAD SAFETY RESEARCH (1997), *The Impact of Driver Monitoring with Vehicle Data Recorders on Accident Occurrence*, Publication R97-8, the Netherlands.

Chapitre VII

LA PRISE EN CHARGE DES TRAUMATISMES EN MILIEU RURAL

VII.1. Les risques spécifiques des accidents de la route en milieu rural

Comme on l'a vu dans le chapitre II, le risque de décéder dans un accident de la route est plus élevé en rase campagne qu'en milieu urbain. Des données australiennes (Henderson, 1995) montrent que le risque de mourir, soit sur le coup soit avant que des secours médicaux aient pu être portés, augmente proportionnellement à l'éloignement du lieu de l'accident d'un centre urbain. Ceci résulte essentiellement de la gravité accrue des accidents en rase campagne liée aux vitesses en général plus élevées pratiquées ainsi qu'au délai supplémentaire écoulé avant toute intervention.

Des données australiennes sur la gravité des accidents viennent renforcer ces points et montrent que dans 57% des accidents mortels en rase campagne, la mort de l'occupant est enregistrée comme survenue sur le coup alors qu'en milieu urbain ce pourcentage n'est que de 44%. De même, dans les cas d'une enquête à grande échelle menée en Hongrie (Ecsedy et Hollo, 1994), on a trouvé que dans le cas de décès, la moitié environ des victimes sont transportées à l'hôpital avant de décéder. Ceci veut également dire qu'environ la moitié des tués sont décédés sur le coup ou pendant le trajet vers l'hôpital. A des fins de comparaison internationale des données de mortalité, les Nations-Unies estime que 65% des tués décèdent sur le lieu de l'accident ou durant le trajet vers l'hôpital (Nations Unies, 1994). Ces exemples confirment clairement la plus grande gravité des accidents en rase campagne tout en soulignant l'importance critique du temps — et donc de la distance — mis par les secours d'urgence pour arriver sur le lieu d'un accident. Ils font également ressortir la nécessité de mécanismes appropriés pour transporter les victimes gravement blessées vers des hôpitaux éloignés ainsi que l'exigence de disposer d'un personnel compétent et d'un équipement médical approprié à l'hôpital.

VII.2. Vitesse d'intervention

Il est logique de supposer que les risques de décéder des suites d'une blessure dans un accident de la route augmentent avec le temps nécessaire pour que la personne reçoive des soins médicaux, en particulier les soins adaptés. Une analyse des données d'accidents sur les routes de rase campagne en Australie révèle que le risque de survivre au choc mais de décéder ensuite avant d'avoir reçu des soins serait d'au moins 30% supérieur sur les routes de rase campagne par rapport aux routes urbaines. Environ 16% des occupants de véhicules non tués sur le coup dans les accidents en rase campagne décèdent avant d'avoir reçu des soins, comparé à 12% en milieu urbain.

On distingue en général nettement trois périodes au cours desquelles un décès peut survenir suite à un traumatisme, y compris un traumatisme routier. La première période couvre les quelques secondes et minutes qui suivent la blessure. La mort est en général due à une lésion cérébrale, du système nerveux central, du cœur, de l'aorte ou d'un autre élément majeur du réseau sanguin. Environ

50% des décès dus à un traumatisme interviennent au cours de cette période. Une très faible proportion de ces patients peut être soignée avec succès et ce, uniquement dans les grandes agglomérations disposant de services rapides de secours et de soins d'urgence. Une étude réalisée en 1995 et portant sur 155 décès survenus dans 24 comtés de l'Etat du Michigan, États-Unis, a conclu que 12.9% des décès auraient été, assurément ou éventuellement, évitables si des services rapides de secours et de soins d'urgence avaient été disponibles (Maio *et al.*, 1995).

La seconde période couvre les une à deux heures qui suivent l'accident, appelées en anglais "golden hour". La mort en ces circonstances est provoquée par des blessures graves à la tête (hématome subdural ou extradural), au tronc (hémopneumothorax), à l'abdomen (éclatement de la rate, lésions du foie), des fractures du fémur et du pelvis ou des blessures multiples entraînant une forte hémorragie. Ce second pic se manifeste dans environ 15% des accidents de la route avec dommages corporels et correspond à environ 35% de ceux qui décèdent dans les services de traumatologie de pointe dans les pays motorisés. Dans les pays avec des services hospitaliers moins performants, la proportion est nettement plus élevée. Le taux de survie dépend clairement de la rapidité et de l'adéquation de l'intervention médicale.

La troisième période s'étend sur les jours ou semaines qui suivent l'accident. Les principales causes de décès sont l'arrêt cérébral, la défaillance d'un organe et la septicémie foudroyante. Pour beaucoup de ces cas, il n'est pas sûr qu'un traitement précoce ait significativement influencé le pronostic vital.

VII.2.1. Délais de notification, de réponse et d'intervention

Le *délai de réponse* est le temps qui s'écoule entre la réception par les services d'urgence médicale d'une demande d'assistance et l'arrivée de l'ambulance sur le lieu de l'accident. Il faut lui ajouter un autre délai qui est le *délai de notification*, c'est-à-dire le temps écoulé entre la survenue de l'accident et le moment où les services d'urgence reçoivent l'appel. Le *délai d'intervention* est la somme des deux délais précédents.

En Allemagne, en 1995, le temps de réponse moyen — moyenne sur la rase campagne et le milieu urbain — aux accidents s'établissait à 8.6 minutes (Schmickler et Joo, 1997). Les délais de réponse en rase campagne aux États-Unis étaient de 12 minutes en moyenne en 1982 et n'ont pas évolué depuis (Brodsky, 1989). Les délais de notification étaient de 9 minutes en moyenne ce qui donne un délai d'intervention moyen de 21 minutes en rase campagne. Néanmoins, dans 14% des accidents, milieu urbain et rase campagne confondus, le délai d'intervention était de 30 minutes ou plus. Il s'agit clairement de délais excessifs lorsque des vies sont en jeu.

Différents moyens permettent de raccourcir les délais d'intervention. Par exemple, on peut essayer de raccourcir les délais de notification en faisant plus largement appel au téléphone cellulaire ou en utilisant les téléphones pour les appels d'urgence situés en bordure de voie. Les délais de réponse peuvent être abrégés en améliorant les services d'ambulance ou la logistique de la réponse, en ce qui concerne en particulier la localisation des accidents. A cet égard, certaines applications des systèmes de transport intelligent pourraient apporter une solution dans un avenir pas trop éloigné.

Encadré VII.1. **Affectation des ressources en Finlande**

En Finlande, l'affectation des ressources aux services d'urgence et lutte contre l'incendie est fondée sur une analyse de risque, dont l'objectif est d'évaluer des facteurs comme la population, le débit de la circulation et la fréquence des accidents de la route. A partir de ces données, les municipalités sont réparties en quatre zones de risque :

- Zone de risque I : l'assistance doit être disponible dans les 6 minutes suivant la notification.
- Zone de risque II : l'assistance doit être disponible dans les 10 minutes suivant la notification.
- Zone de risque III : l'assistance doit être disponible dans les 20 minutes suivant la notification.
- Zone de risque IV : l'assistance doit être disponible dans les 30 minutes suivant la notification.

Les critères permettant de figurer dans les zones de risque I et II ne sont satisfaits que par les grands axes qui traversent des zones bâties. La plupart des routes de rase campagne tombent dans les catégories III et IV. Cet exemple illustre clairement la différence de prise en charge des traumatismes entre le milieu urbain et la rase campagne.

VII.3. Prise en charge des traumatismes liés à la route dans un environnement de rase campagne

Comme pour la plupart des urgences médicales graves, l'appréciation initiale et la prise en charge d'une situation de traumatisme ont une influence essentielle sur les suites car, dans un grand nombre de cas, la survie dépend de l'adéquation des soins initiaux. Se familiariser avec le champ complet de la médecine est une excellente préparation à la prise en charge des patients traumatisés. La connaissance spécifique des principes fondamentaux de traitement des types de blessure spécifiques comme celles touchant la tête, le tronc, l'abdomen ou la moelle épinière peut réduire significativement la morbidité et la mortalité de ces patients. Une prise en charge correcte, rapide et efficace est essentielle à la survie des personnes blessées et dans un état critique et pour prévenir l'aggravation des blessures déjà présentes. Un personnel ambulancier bien formé et des véhicules convenablement équipés forment une composante essentielle de la prise en charge initiale sur place ainsi qu'au cours du transfert vers le service de traumatologie le mieux adapté. En l'absence d'un médecin, il est indispensable d'avoir des instructions et protocoles qui permettent à du personnel convenablement formé et entraîné d'initier sur les victimes de traumatisme les procédures salvatrices. Ceci vaut particulièrement pour les accidents de la route qui constituent la majorité des cas de traumatisme à traiter en urgence.

Le soin des traumatismes en environnement de rase campagne soulève de grosses difficultés liées à l'importance des distances, aux difficultés d'accès et à la limitation des ressources financières et professionnelles. Historiquement, la mauvaise qualité des systèmes de communication a aggravé ces problèmes.

Encadré VII.2. Mieux répondre et mieux soigner les traumatismes

En Allemagne, en 1995, quelques 195 000 accidents de la circulation ont été traités par une équipe d'urgence comprenant un médecin. Ceci correspond à environ 49% du nombre total d'accidents pour lesquels est intervenue une équipe d'urgence (Schmikler et Joo, 1997). De même, l'intervention d'hélicoptères en cas d'accidents graves est relativement répandue. En 1995, il y a eu 54 000 interventions d'hélicoptères pour des missions de secours, chacune opérant dans un rayon de 50 kilomètres. Ces interventions ne représentent, toutefois, que moins de 2% de toutes les missions d'urgence (Schmikler et Joo, 1997).

De nombreux traumatismes graves se produisent en milieu rural et pourtant le nombre de cas reçus par chaque hôpital rural est faible. En milieu rural, c'est très souvent un généraliste qui va être le premier médecin à voir un patient grièvement blessé. Les régions rurales les plus peuplées sont en général desservies par un réseau d'hôpitaux locaux qui renvoient les blessés graves vers des hôpitaux plus importants.

En milieu rural, les services de traumatologie sont au service des habitants sur place. Ils ne disposent normalement pas des ressources associées aux équipements disponibles dans les services de traumatologie des hôpitaux dans les grandes villes ou des centres hospitaliers régionaux. Mais ils sont capables d'assurer rapidement un diagnostic, une réanimation, des soins chirurgicaux d'urgence et une stabilisation de l'état du patient tout en se coordonnant avec le service de traumatologie régional pour transférer le patient vers un service adéquat. Ceci requiert la disponibilité 24 heures sur 24 d'un médecin de garde ainsi que d'une infirmière expérimentée dans les soins à donner aux victimes de traumatisme.

Dans les régions rurales plus isolées, certains petits hôpitaux ou cliniques reçoivent de temps à autre des patients grièvement blessés. Il est rare qu'ils disposent de services de pathologie, ils n'ont en général que le minimum d'équipements de radiographie, ne disposent pas d'unité de soins intensifs ni de médecin immédiatement disponible. La nécessité qui prime alors est l'identification rapide des patients qui requièrent une prise en charge urgente, la consultation du service de traumatologie régional et le transfert rapide de tous les patients souffrant de traumatismes importants vers un centre approprié.

En général, les systèmes de traitement des traumatismes en milieu rural sont déjà organisés par des petits groupes de personnes spécialisées ou par des généralistes isolés. L'infrastructure à laquelle ils ont accès est limitée. Toutefois, ces personnes sont à même d'organiser un système efficace de soin des traumatismes et de fournir un véritable service lorsqu'on leur assure une formation complémentaire ciblée sur la prise en charge des traumatismes et qu'on apporte des aménagements relativement peu coûteux à leur infrastructure.

On peut assurer des soins optimaux en milieu rural en utilisant de manière avisée les ressources professionnelles et institutionnelles existantes et en complétant celles-ci par des directives qui débouchent sur une meilleure éducation et une meilleure affectation des ressources. Il doit nécessairement exister des liens étroits entre les services qui dispensent les soins en milieu rural et ceux qui peuvent offrir les soins définitifs aux blessés graves.

Encadré VII.3. **Formation du personnel médical dans les zones isolées**

Un exemple australien illustre comment le personnel médical dans des hôpitaux éloignés des grands centres peut voir ses compétences renforcées pour soigner les victimes de traumatismes routiers. Cet exemple sert de modèle pour d'autres pays. Le comité consultatif australien sur les traumatismes routiers a organisé un atelier à Alice Springs, en 1997, en association avec le bureau fédéral de la sécurité routière. Des médecins spécialistes de grands hôpitaux ont donné des conférences et effectué des démonstrations et tout ceci a été enregistré sur cassette vidéo et diffusé à un réseau élargi d'hôpitaux en milieu rural. Grâce à son caractère pratique, l'atelier a constitué un mécanisme précieux pour traiter le problème de la formation du personnel médical en milieu rural.

VII.4. Les possibilités d'amélioration de la prise en charge des traumatismes en milieu rural

Si beaucoup a déjà été fait dans de nombreux pays pour renforcer la capacité des services de traumatologie en milieu rural à répondre aux exigences de la prise en charge des traumatismes routiers, le potentiel d'amélioration reste encore immense. Un certain nombre de possibilités sont examinées ci-après.

VII.4.1. Transport et communications

Systèmes d'urgence

L'équipement de repérage peut servir à surmonter l'un des problèmes les plus contraignants dans la prise en charge des traumatismes sur les routes de rase campagne, à savoir l'identification rapide de la localisation d'un accident. Cet équipement, grâce aux systèmes d'urgence, permet une localisation efficace qui peut être transmise au personnel de secours bien avant que l'accident ne soit signalé par des témoins. Les systèmes d'urgence ont également des applications pour l'assistance hors-accident à des véhicules en panne par exemple. L'intégration de technologies intelligentes aux systèmes de localisation des véhicules peut également permettre au personnel de secours de se faire une idée de la gravité de l'accident avant d'arriver sur les lieux et donc d'être mieux en mesure d'apporter l'assistance appropriée. Cette technologie est donc particulièrement bien adaptée pour aider à atténuer les conséquences du temps perdu dans le traitement et le transport des victimes d'accidents sur les routes de rase campagne.

En Europe les premières expérimentations de ces applications ont porté sur des véhicules spéciaux comme les taxis et les véhicules transportant des matières dangereuses (Commission Européenne, 1997). Sur plusieurs nouveaux modèles d'automobiles aux États-Unis, cette technologie est couplée à un téléphone cellulaire pour appeler automatiquement. Shibata (1998) rend compte de plusieurs essais opérationnels sur les systèmes d'urgence et sur les produits actuellement disponibles dans le commerce aux États-Unis ; il mentionne également les développements afférents en Europe et au Japon.

En ce qui concerne le délai d'intervention, les éléments dépendant du transport jouent un rôle majeur dans la détermination des conséquences d'un accident de la route en rase campagne. Ainsi tout moyen permettant de réduire ce délai d'intervention est susceptible d'améliorer la situation en termes de sécurité sur les routes de rase campagne. Par exemple, l'absence d'information sur le lieu exact d'un accident peut retarder la réponse de manière importante. La plupart des accidents sont signalés par un témoin dont la connaissance du système routier est limitée. Une mesure de faible coût pourrait être adoptée : la mise en place d'un système d'identification de la route et du point kilométrique plus

détaillé qui soit facilement identifiable et compréhensible par l'utilisateur de la route. Sur les voies très fréquentées et les autoroutes, certains pays vont jusqu'à un marquage hectométrique (tous les 100 mètres). La diffusion des systèmes de repérage de type GPS aiderait mais il est peu probable que dans un avenir proche, l'automobiliste moyen en soit équipé. Un autre progrès possible réside dans les détecteurs automatiques d'accidents couplés avec un GPS. Ces dispositifs qui sont au point mais encore peu répandus transmettraient automatiquement la localisation exacte, une fois l'accident survenu. Ces technologies, analysées dans le chapitre VI, pourraient considérablement réduire les délais de notification et de réaction.

En dehors des transports, l'introduction de systèmes de communication plus perfectionnés pour les services d'ambulances, les hôpitaux, les centres médicaux et les médecins recèle un potentiel d'amélioration significative de la situation en termes de sécurité sur les routes de rase campagne. Comme mentionné précédemment, la diffusion du téléphone cellulaire est une avancée relativement simple qui peut immédiatement faire une différence. Pour améliorer l'identification de la localisation des accidents, les services d'urgence pourraient remonter électroniquement la trace des appels d'urgence émis à partir de téléphones cellulaires. Des concepts de communication et de technologie encore plus avancés comme la téléradiologie présentent un grand intérêt pour les régions rurales qui veulent être à même de traiter les victimes de traumatismes routiers. De même, les salles d'urgence et d'opération devraient toujours disposer de lignes téléphoniques dédiées pour permettre aux médecins dans des régions rurales éloignées de consulter des spécialistes dans de grands hôpitaux.

Comme pour le respect des limitations de vitesse, la publicité a un rôle à tenir dans l'amélioration de la manière dont les traumatismes sont signalés et dont on y répond. On pourrait lancer des campagnes d'information visant le grand public pour lui apprendre les mesures appropriées à prendre juste après un accident dans lequel il se trouve impliqué ou dont il a été témoin. Une caractéristique importante de ces campagnes serait d'enseigner au public quel type d'information est important ainsi que la manière de la communiquer aux services d'urgence médicale, par exemple comment identifier clairement et précisément le lieu de l'accident et comment décrire avec précision la gravité de l'accident et/ou des blessures de façon à pouvoir aligner les moyens d'une réponse adaptée.

VII.4.2. Procédures normalisées

En milieu rural, de nombreux hôpitaux et cliniques se trouvent confrontés à des difficultés considérables lorsqu'ils se trouvent face à un cas de traumatisme routier grave. Ces difficultés rendent le traitement beaucoup plus complexe que si le patient se trouvait dans un service de catégorie supérieure en milieu urbain. Un moyen de les résoudre serait d'établir un ensemble de directives pour les soins à apporter aux victimes de traumatismes et de procédures pour la prise en charge des cas, règles qui pourraient être appliquées dans tous les hôpitaux et centres médicaux en milieu rural. Les directives auraient pour fonction d'aider les médecins ou auxiliaires médicaux lorsqu'ils se trouvent devant une situation d'urgence qui dépasse leur niveau de formation ou leur expérience. De même, les procédures de prise en charge des cas pourraient contribuer à gagner un temps essentiel dans une situation critique de traumatisme en fournissant une aide à la décision aux professionnels du service médical qui doivent déterminer comment gérer une situation donnée dans un délai très serré. Dans l'un et l'autre cas, des conseils appropriés, spécifiques et donnés au moment opportun peuvent faire une vraie différence pour sauver la vie de la victime d'un traumatisme.

De même, la normalisation des équipements et des protocoles entre les hôpitaux en milieu rural et les grands hôpitaux vers lesquels les patients sont ensuite transférés devrait contribuer à aplanir certaines des difficultés rencontrées dans le traitement des traumatismes en milieu rural. Ce type de normalisation aiderait à assurer une transition sans heurt entre un hôpital rural et l'hôpital

régional ce qui pourrait, peut-être, contribuer à diminuer le nombre de tués dans les accidents de la route en rase campagne.

VII.4.3. Les systèmes de soins pour les traumatismes

Les systèmes de soins pour les traumatismes devraient fournir les mécanismes pour assurer une mobilisation rapide d'un appui clinique approprié à des hôpitaux ruraux éloignés lorsque la gravité des lésions excède les capacités de traitement local. L'accent devrait être mis sur les réseaux et liaisons plutôt que sur des centres isolés. La désignation d'hôpitaux ruraux comme services de traumatologie devra être fréquemment revue car les changements dans le personnel dans des régions où la main d'œuvre est en général difficile à trouver peuvent avoir un effet important sur le fonctionnement d'un service de traumatologie donné.

VII.4.4. Formation

Un moyen d'améliorer le pronostic de survie des victimes d'accidents de la route en rase campagne est d'assurer une formation structurée à la prise en charge précoce des traumatismes graves pour tous les médecins et personnels médicaux et paramédicaux en milieu rural. Ce type de formation peut être utile aux urgences ou sur le lieu d'un accident. En fait, différents pays ont mis en place des dispositifs de dimension modeste définissant la logistique de façon à ce des médecins spécialement formés puissent se rendre sur le lieu de l'accident. Cette pratique peut toutefois s'avérer coûteuse s'il n'y a pas un filtrage adapté pour s'assurer qu'on n'envoie des médecins que pour des accidents où leur présence est essentielle.

Pour augmenter le nombre d'usagers de la route capables de prodiguer les premiers secours dans une situation où des vies sont en danger, l'ensemble de la population en milieu rural devrait avoir accès plus facilement à des formations organisées de secourisme et de réanimation. Toutefois, pour le premier venu, la question du traitement correct à apporter dans une situation où des vies sont en danger n'est pas simple. D'un côté, s'il y a des lésions au niveau des vertèbres, le blessé ne doit être déplacé qu'avec des précautions extrêmes par un expert. D'un autre côté, en cas d'arrêt respiratoire ou d'hémorragie massive, une action immédiate peut être prise et sauver la vie du blessé. En milieu rural, ces questions méritent une attention plus poussée. Bien entendu, toute formation de ce type doit contenir des informations relatives aux problèmes de fiabilité ainsi qu'aux risques personnels spécifiques qui doivent être évités par les secouristes amateurs qui cherchent à aider des victimes d'accidents.

VII.5. Conclusion

Le risque de décéder dans un accident de la route en rase campagne est considérablement plus élevé que pour un accident analogue en milieu urbain. Il y a à cela plusieurs causes mais elles tournent toutes autour de trois principaux éléments : la vitesse d'intervention des secours ; des premiers soins appropriés et ; la capacité des hôpitaux en milieu rural à administrer les soins appropriés en cas de traumatisme grave. On distingue trois périodes au cours desquelles les décès provoqués par un traumatisme routier surviennent. Dans la première période, la mort intervient sur le coup ou durant le transport. Dans ces cas, les délais d'intervention et le caractère immédiat des soins, y compris le transport rapide à l'hôpital, sont essentiels. Un pourcentage aussi élevé que 35% des décès sur les routes de rase campagne intervient au cours de la seconde période. Dans ce cas, une intervention rapide et fiable combinée avec des soins suffisants dans un hôpital rural ou régional est

essentielle pour sauver la vie des victimes. Plusieurs suggestions ont été mises en avant pour améliorer le pronostic de survie au cours de ces deux périodes.

L'identification de la localisation d'un accident est l'un des problèmes cruciaux qui se posent dans la réponse aux accidents de la route en rase campagne. Plusieurs solutions susceptibles d'améliorer la situation sont recommandées, dont : l'amélioration des dispositifs d'identification des routes et points kilométriques ; le développement de l'utilisation des GPS ; et les possibilités de détection automatique des accidents. Plusieurs techniques de communication devraient également contribuer à améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. Parmi les technologies disponibles, on pense surtout au téléphone cellulaire qui peut raccourcir les délais d'intervention et améliorer l'information disponible concernant la situation d'un accident. Il faut également étudier comment les campagnes publicitaires pourraient être utilisées pour mieux informer le public de la meilleure manière de réagir sur le lieu d'un accident — c'est-à-dire comment communiquer avec le service d'urgence médicale ; quel type d'information fournir et ; quels premiers secours porter immédiatement.

Dans les hôpitaux locaux, des directives communes et des procédures normalisées peuvent aider à maintenir en vie les victimes de traumatisme. Enfin, la formation à tous les niveaux, depuis le médecin jusqu'au grand public, peut jouer un rôle beaucoup plus important en milieu rural qu'en milieu urbain, pour sauver la vie des victimes de traumatisme.

BIBLIOGRAPHIE

- BERNARD-GELY, A. (1998), *Building on a Data Foundation: France's National ITS Policy in Focus*, Traffic Technology International, June/July, UK and International Press, Surrey.
- BRODSKY H. (1989), "Evaluating Emergency Medical Service Arrival Time in Road Accidents, USA", in *Proceedings of the First International Conference on New Ways and Means for Improved Road Safety*, Transportation Research Institute, Technion, Haifa, Israel.
- ECSEDY G. and HOLLO P. (1994), "The first Hungarian national traffic safety program and experience of its implementation", in *Proceedings of the third international conference on new ways and means for improved road safety*, Transportation Research Institute, Technion, Haifa, Israel.
- EUROPEAN COMMISSION (1997), "ITS Transport Telematics -- Meeting the Challenge Together in Europe", Brussels.
- HENDERSON, M.A. (1995), Report of the Wodonga Seminar, *Rural Road Safety: Focus for the Future*, National Road Trauma Advisory Council, August.
- ITS America (1997), *A Comparison of Intelligent Transport Systems Progress Around the World Through 1996*, Intelligent Transport Society of America, Washington, D.C.
- MAIO R.F., GREGOR M.A. and WELCH K.B. (1995), "Preventable Trauma Deaths in Rural Michigan", *39th Annual Proceedings of the Association for the Advancement of Automotive Medicine (AAAM)*, Chicago.
- NATIONAL ROAD TRAUMA COMMITTEE (1989), *Early Management of Severe Trauma (Course Manual)*, Royal Australasian College of Surgeons, Canberra.
- NATIONAL ROAD TRAUMA ADVISORY COMMITTEE (1993), *Report of the Working Party on Trauma Systems*, Australian Government Publishing Service, Canberra.
- SOUTH AUSTRALIAN HEALTH COMMISSION (1988), *Report of the Trauma Services Review Committee*, Adelaide.
- SCHMIKLER, M.R. and JOO S. (1997), "Emergency Medical Services in Germany: Data on 20 Years of Development", in *Proceedings of the Third International Conference on New Ways and Means for Improved Road Safety*, Transportation Research Institute, Technion, Haifa, Israel.

- SHIBATA, J. (1998), *General Trends of ITS in the World: Key Technology to Improve Traffic Safety*, IATSS Research, Volume 22, No. 2.
- UN (1994), "Statistics of Road Traffic Accidents in Europe", UN Economic Commission for Europe, Geneva.

Chapitre VIII

CADRE STRATEGIQUE

VIII.1. Introduction

La sécurité routière en dehors des zones urbaines présente des spécificités en même temps que des possibilités et des contraintes quant aux solutions possibles, de sorte qu'il est souvent difficile d'y adapter les approches applicables aux autoroutes ou aux zones urbaines. En effet, les routes et le réseau routier en zone rurale se sont développés progressivement au fil des ans et ont été adaptés pour répondre à l'évolution des conditions, ainsi qu'à la progression de la mobilité et de la motorisation. En d'autres termes, le réseau rural a subi une évolution plus qu'il n'a été conçu et pensé dès le départ. Il s'agit d'un point important qui distingue manifestement le réseau rural des réseaux d'autoroutes. C'est l'une des raisons pour lesquelles les routes rurales assurent un grand nombre de fonctions différentes et présentent beaucoup d'incohérences. La première mesure essentielle pour renforcer la sécurité sur ce type de routes est donc d'étudier comment il est possible de combiner les différentes fonctions de ces routes tout en maintenant la sécurité, compte tenu notamment des vitesses relativement élevées pratiquées en dehors des zones urbaines. La section VIII.2 propose donc une approche sur la façon de combiner ces fonctions dans l'optique d'une meilleure sécurité routière.

Ce chapitre analyse également le processus de prise de décision visant à rendre plus sûr le réseau routier en dehors des zones urbaines. Il s'agit à cet égard d'un processus essentiel car il ne suffit pas de considérer individuellement les différents éléments de connaissance présentés dans les chapitres IV à VII. Pour parvenir à une décision, on peut -- et peut-être même on doit — comparer les différentes mesures possibles les unes aux autres. En outre, la sécurité n'est pas le seul élément à prendre à compte dans le processus de prise de décision. Il convient également de considérer la sécurité dans un cadre plus large en tenant compte des conséquences sociales et économiques de telle ou telle décision. C'est pourquoi, alors que l'approche suivie en zone urbaine repose sur un concept général, l'amélioration de la sécurité sur le réseau rural ne peut généralement se faire de la même manière. La section VIII.3 analyse comment mieux intégrer et rendre plus rationnelle la prise de décisions pour l'amélioration de la sécurité sur le réseau routier rural. La section VIII.4. analyse les conséquences au plan institutionnel et les conclusions sont présentées dans la section VIII.5

VIII.2 Le réseau routier rural : approche fonctionnelle

La construction de routes répond d'abord à un premier objectif, celui de permettre les déplacements des personnes et des biens : c'est ce que l'on appelle la fonction de déplacement. Mais on distingue en plus trois autres fonctions :

- une fonction de transit : pour permettre des vitesses élevées pour le trafic longue distance et, souvent, l'écoulement de volumes élevés de trafic ;

- une fonction de desserte : pour desservir des districts et des régions aux destinations éparses ; et
- une fonction d'accès : pour permettre l'accès direct à des propriétés, le long d'une route ou d'une rue.

Comme on l'a vu dans le chapitre III, la combinaison de plusieurs fonctions sur une même route conduit à des taux d'accident plus élevés. On peut généralement le comprendre si l'on considère les effets qui peuvent résulter de l'utilisation d'une route par des usagers ayant des intentions différentes et donc des comportements différents. En outre, les autorités routières anticipent ces différences de comportements en les intégrant dans la conception de la route. On aboutit donc à une situation dans laquelle des routes reposent sur des conceptions initiales divergentes, c'est-à-dire des catégories de routes plurifonctionnelles qui, en définitive, créent chez l'utilisateur de la route des incertitudes sur la raison-d'être de certaines caractéristiques de la chaussée. Ceci explique aussi les risques relativement élevés sur les routes rurales, en comparaison avec des routes ou des rues qui avaient au départ une fonction unique, et ont été conçues en conséquence.

Tableau VIII.1. **Pratiques actuelles et pratiques de sécurité durable pour une typologie des routes et des rues**

Pratique courante actuelle		Pratique de sécurité durable		
typologie actuelle du réseau routier	Fonction de circulation		typologie du réseau routier pour une sécurité durable	
Autoroute	Augmentation du débit et diminution de l'accès	Ecoulement du trafic	Ia. Autoroute	
Grande route			ou	Ib. Grande route
Desserte principale				IIa. Route de desserte (rurale)
Desserte locale			Desserte	IIb. Route de desserte (semi-urbaine)
Artère de district		Diminution du débit et augmentation de l'accès	ou	IIIa. Route d'accès (rurale)
Artère de quartier			Accès	IIIb. Route d'accès (urbaine)
Rue résidentielle				
Zone résidentielle				
	Fonction résidentielle			

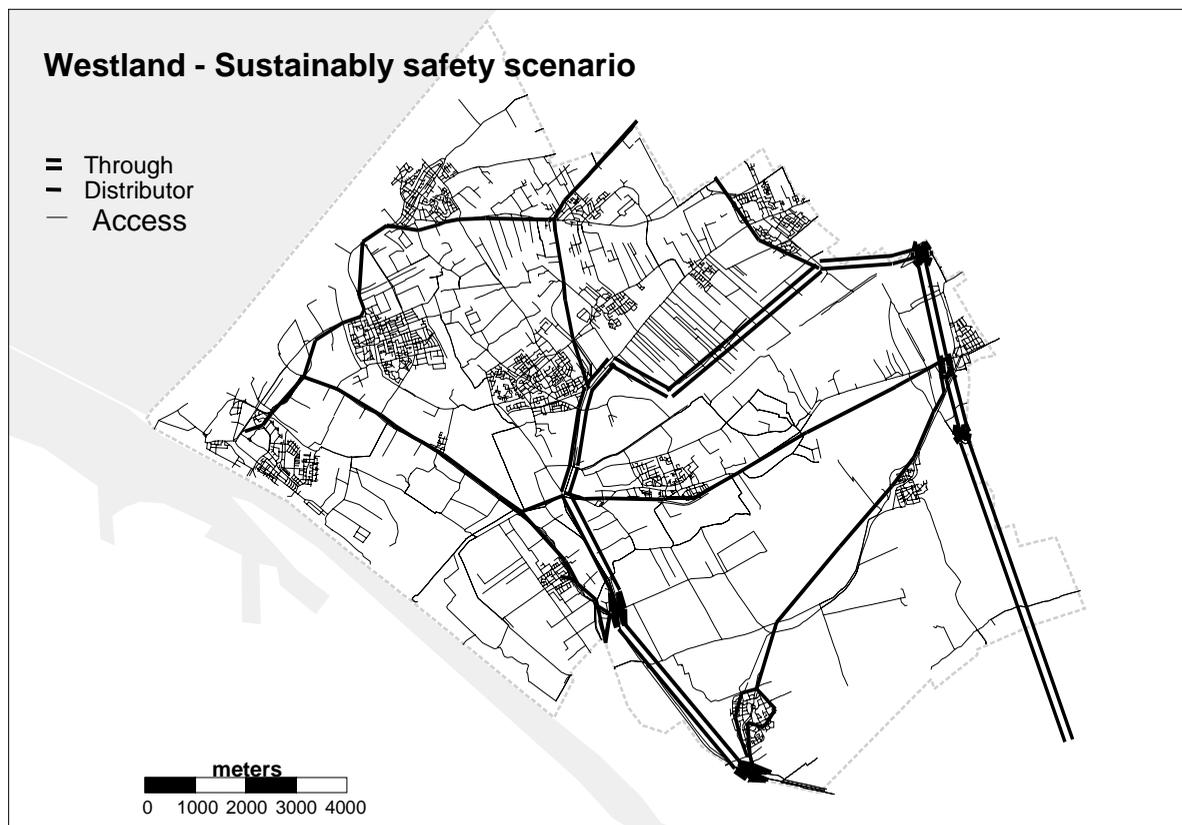
Source : Wegman et Elsenaar, 1997.

En partant de cette répartition par fonction, il est possible d'établir une typologie du réseau routier. Cela n'est pas nouveau, et est assez bien connu, du moins en théorie. La pratique actuelle repose incontestablement sur l'idée que pratiquement chaque route et chaque rue combinent dans une certaine mesure des fonctions d'écoulement du trafic, de desserte et d'accès. Toutefois, du point de

vue de la sécurité, il est préférable de hiérarchiser le réseau routier par catégorie monofonctionnelle. Les différences entre la pratique actuelle et celle qui privilégie davantage la sécurité routière -- c'est-à-dire une pratique de sécurité durable -- sont indiquées dans le tableau VIII.1.

S'il est dans la pratique impossible de dissocier absolument les fonctions ou si cela nécessite un investissement trop élevé, il est recommandé de donner la priorité à la fonction "inférieure". Ainsi, si une route rurale doit combiner une fonction d'écoulement de la circulation et une fonction de desserte, elle doit alors être conçue au départ en fonction des impératifs de sa fonction de desserte. Un exemple de hiérarchisation du réseau routier est donné dans la figure VIII.1.

Figure VIII.1. : Hiérarchisation du réseau routier rural



VIII.3. Rationaliser le processus de décision

Dans les domaines de la circulation, des transports et de la sécurité routière, on se préoccupe de plus en plus de rationaliser le processus de décision. En termes économiques, cela signifie qu'il faut répartir les ressources limitées disponibles de façon rationnelle, afin que la collectivité en retire le plus grand bénéfice possible. Ceci nécessite de prendre en compte tous les effets possibles de certaines décisions, ainsi que leurs coûts. En affectant alors une certaine valeur à ces avantages et ces coûts, il est possible de comparer les différentes options les unes avec les autres. Comme le montre l'encadré VIII.1., une façon d'y parvenir est de faire appel à des systèmes de gestion de la sécurité.

Pour les décisions d'investissement visant à améliorer la sécurité routière en zone rurale, cette approche théorique n'est pas toujours appliquée et, de fait, parfois elle ne peut pas l'être. Au moment d'envisager des investissements, tous les coûts et avantages ne sont pas pris en compte, car d'une part ils ne sont pas tous connus et d'autre part ils n'ont pas tous à être supportés par l'investisseur. Ainsi, les coûts des accidents de la circulation sont rarement, voire jamais, supportés par l'autorité routière, et les accidents évités ne procurent aucun avantage, même si les investissements destinés à prévenir les accidents sont financés par l'autorité routière. De la même manière, ceux qui bénéficient de la diminution du nombre d'accidents - c'est-à-dire les usagers de la route et aussi, par exemple, les assureurs automobiles - n'ont généralement pas à supporter les coûts des investissements destinés à réduire les risques d'accident ou leur gravité. Cependant, la collectivité en retire des avantages sous la forme d'une baisse des frais médicaux et d'hospitalisation.

Encadré VIII.1. **Gestion de la sécurité**

Quelle que soit l'efficacité du développement spécifique de l'infrastructure routière et des améliorations de l'exploitation pour améliorer la sécurité routière, ceux-ci ne peuvent traiter tous les problèmes de sécurité routière. Il convient d'adopter une approche systématique pour résoudre ces problèmes et fournir des orientations pour des programmes de sécurité visant à traiter les problèmes identifiés pour chaque composante du système de transport : l'être humain (conducteurs, passagers, piétons) ; le véhicule et ; la route. Le terme gestion de la sécurité a été utilisé pour décrire une approche de sécurité similaire aux programmes établis tels que les systèmes de gestion des chaussées, les systèmes de gestion des ouvrages d'art et les systèmes de gestion de l'information. Il est important de noter que la gestion de la sécurité diffère des autres systèmes de gestion car elle repose tout d'abord sur la création d'une équipe composée de tous ceux qui sont impliqués dans la sécurité routière — c'est-à-dire, les ingénieurs, la police, les services d'urgence médicale, les hôpitaux, etc.

Une description de la gestion de la sécurité est présentée dans le Registre Fédéral des États-Unis (1996). Le concept a été approfondi par l'Administration Fédérale des Routes des États-Unis (FHWA, 1997). Le Ministère des Finances des États-Unis a publié des informations relatives à la gestion de la sécurité dans un rapport (General Accounting Office, 1997) qui décrit comment chaque état a mis en œuvre divers systèmes de gestion. L'Administration Fédérale des Routes a également développé des études de cas (FHWA, 1998) pour documenter les pratiques réussies de gestion de la sécurité dans plusieurs états. ITE (1993) fournit une description des systèmes de gestion de la sécurité, leurs composantes et leur évolution.

Bien que le concept sous-jacent de gestion de la sécurité ne soit pas nouveau, de nombreux programmes de sécurité ont été développés indépendamment les uns des autres plutôt que de manière systématique, étant donné que les fonctions de sécurité peuvent relever de différentes agences, nationales, étatiques ou locales. Comme mentionné précédemment, l'accent doit porter sur la gestion efficace du système, et des interrelations dans leur ensemble entre le conducteur, le véhicule et la route. En introduisant le cadre adéquat, la gestion de la sécurité peut fournir un mécanisme pour utiliser de manière plus efficace les ressources limitées et pour assurer que les différentes disciplines liées à la sécurité routière sont compatibles pour parvenir aux objectifs fixés.

Les objectifs de la gestion de la sécurité peuvent comprendre :

- l'établissement d'objectifs à long terme et à court terme ;
- l'établissement des responsabilités ;
- la reconnaissance des initiatives institutionnelles et organisationnelles ;
- le recueil, la mise à jour et la diffusion des données ;
- l'analyse des données disponibles ;
- l'évaluation de l'efficacité des activités de sécurité ;
- le développement et la mise en œuvre des activités d'information et d'éducation du public ;
- l'identification des compétences et des ressources nécessaires pour mettre en œuvre les programmes.

Le Plan stratégique récent sur la sécurité routière (AASHTO, 1998) des États-Unis est un bon exemple de la manière d'établir des objectifs stratégiques systématiques (conducteur-véhicule-route) dans le cadre de la gestion de la sécurité au niveau national.

VIII.3.1. Analyse avantage-coût

La rentabilité -- financière pour les entreprises ou économique pour la société -- des investissements dans la sécurité routière et de la prévention des accidents a été clairement mise en évidence. Des études réalisées par des assureurs automobiles du secteur public ont montré que certaines mesures de sécurité routière pouvaient être financièrement rentables (Johnson *et al.*, 1997). Parmi les exemples de telles sociétés et de telles études, on peut mentionner l'état de Victoria, en Australie, avec la Commission sur les accidents dans les transports (TAC), la Province du Québec, au Canada, où se trouve la Société de l'assurance automobile de Québec, et la province de Colombie britannique, toujours au Canada, avec l'Insurance Corporation of British Columbia. Dans son édition la plus récente, le Manuel de sécurité routière norvégien (Elvik *et al.*, 1997) comporte aussi plusieurs exemples de mesures de sécurité dont le rapport avantage-coût est supérieur à un, c'est-à-dire que la mesure est rentable pour la collectivité. De la même manière, le BTCE (1995) a procédé à une analyse du Programme sur les points noirs en Australie et conclut qu'une telle mesure de sécurité routière présentait un rapport avantage-coût supérieur à 4.0. Enfin, dans l'avant-projet d'un plan de sécurité routière aux Pays-Bas (Elvik, 1997), les rapports avantage-coût ont été calculés pour plusieurs mesures qui étaient envisagés à l'époque. Les chiffres obtenus ont fourni des indications générales sur la rentabilité des différentes mesures.

Bien qu'il ne soit pas réaliste de justifier les décisions d'investissement par des critères purement économiques, ce type d'information demeure important pour éclairer les décisions. Le rapport avantage-coût est surtout significatif dans un contexte de rationalisation des choix. Ainsi, si la prise de décision ne peut s'effectuer que dans une optique de sécurité routière, on peut alors envisager une méthode de travail qui fixe un objectif "socialement et politiquement" acceptable, par exemple une réduction de 25% du nombre de victimes de la circulation sur 10 ans. Il en résultera alors que seules seront choisies les mesures qui aident à la fois à réaliser le but fixé et entraînent les coûts les plus bas pour la collectivité. Ce serait donc une approche coût-efficacité. Naturellement, il faudrait prendre en compte les évolutions à attendre si aucune mesure additionnelle n'est prise, s'il existe certaines restrictions sur lesquelles on ne peut agir, si l'on observe des effets secondaires non souhaités du fait des réglementations ou si l'on constate d'autres sujets de préoccupations de même nature (OCDE, 1994). C'est cette approche coût-efficacité qui a ainsi été suivie récemment pour un plan de sécurité routière en Finlande (Ministère des transports et des communications, 1997). Ce plan finlandais prévoit que pour la période 1997-2000, il faudra dégager FIM 3.3 milliards (USD 609 millions), dont FIM 2.1 milliards (USD 388 millions) qui devraient être financés par des organismes publics et FIM 1.8 milliard (USD 221 millions) par les automobilistes finlandais. Le rapport avantage-coût de ce programme sera de 3.1, si l'on prend en compte l'ensemble de la période sur laquelle il produira ses effets.

Un autre exemple permettant de se faire une idée de l'élaboration d'une politique rationnelle en matière de sécurité routière est fourni par le document d'orientation sur la sécurité routière publié récemment par la Commission européenne (Commission européenne, 1997) dans lequel est présenté ce qui sera appelé ultérieurement le "test du million d'euros". Selon la CE, au moment de décider des mesures proposées, il conviendrait de comparer les coûts escomptés avec les gains économiques résultant des accidents évités grâce à ces mesures. Une estimation rapide montre que même sur le seul plan économique, il est possible d'investir un million d'euros dans des mesures si celles-ci permettent de prévenir un accident mortel et le nombre correspondant d'accidents avec blessés ou simplement matériels. Le chiffre d'un million d'euros ne doit pas être pris de façon trop littérale et appliqué à l'ensemble des pays Membres de l'OCDE, car certaines théories donnent à penser qu'il s'agit d'une sous-estimation — dans la mesure où l'évaluation de la perte de qualité de vie n'a pas été effectuée, la sous-notification des accidents n'a pas été prise en compte et l'on a négligé les niveaux de gravité autres que ceux impliquant des décès. La prudence s'impose également car on note entre les pays des

différences de coûts (par exemple pour les accidents ou pour l'appréciation monétaire d'un manque de sécurité routière) pour une amélioration donnée de la sécurité. Ainsi, le BTCE (1996) a récemment passé en revue différentes approches pour la mesure de la sécurité des transports, notamment une évaluation de la valeur attribuée aux pertes de vies humaines et de biens matériels, afin de disposer d'un cadre pour évaluer les possibilités d'action en faveur de la sécurité.

Les développements les plus récents de la politique de sécurité en Australie sont fondés sur une étude comparative des initiatives, pénalités et régimes de contrôle pour déterminer quelles sont les mesures qui ont procuré le plus de gains en termes de réduction des décès et des blessures graves. Il est procédé à une comparaison des politiques dans l'ensemble des états et territoires en vue d'améliorer les performances dans les zones où les résultats relatifs ne sont pas au niveau de ce qu'ils auraient été avec l'adoption de stratégies qui ont donné de bons résultats.

VIII.3.2. Politiques intégrées de sécurité

Le processus de décision est bien entendu plus complexe s'il faut prendre en compte d'autres aspects. Dans un rapport de recherche récent (OCDE, 1997b), on trouve un tour d'horizon des stratégies possibles pour une prise en compte intégrée de la sécurité routière et de l'environnement. Cette prise en compte est importante si l'action sur l'un des domaines crée le risque d'incidences négatives sur l'autre. Toutefois, le problème de l'intégration ne tient pas uniquement à l'élargissement du champ d'action, il tient aussi à la multiplication des critères et des acteurs en jeu. Ce rapport met en évidence certains facteurs clés, qui peuvent contribuer à la réussite d'une telle stratégie : "Un dosage approprié de l'implication du public, une détection des questions ayant une connotation particulière politique ou autre, une compréhension des paradoxes que les gens accepteront, une considération équitable des points de non-retour, une définition d'une possible série de mesures pour le système de transport, l'identification des gagnants et des perdants d'une décision particulière et, la possibilité d'apprendre en partant des erreurs passées ainsi que des succès". Il est recommandé d'utiliser un ensemble commun d'indicateurs et de procéder à des études d'impact sur "l'autre secteur". Le rapport recommande aussi d'envisager comme pratique courante dans la planification des transports routiers l'établissement de bilans de sécurité et d'environnement. Cela impose, dans le domaine de la sécurité routière, que l'on élabore une étude d'impact sur la sécurité routière, ou un instrument d'analyse analogue.

Malheureusement, le fait de se limiter aux seules questions de sécurité et d'environnement aboutit à négliger d'autres aspects pertinents. Elvik (1997) propose un aperçu plus global des aspects les plus importants et de leur coût économique (tableau VIII.2).

Tableau VIII.2. **Les effets à prendre en compte dans les analyses avantage-coût de la politique des transports et leur évaluation économique**

Principal objectif	Expression de cet objectif	Critère économique pertinent
MOBILITE	Temps de trajet	Coût du temps de trajet
	Régularité des temps de trajet	Coût des encombrements de la circulation
	Coûts de transport	Coût d'exploitation des véhicules
ENVIRONNEMENT	Pollution atmosphérique	Coût de la pollution atmosphérique
	Pollution par les souillures et la poussière	Coût des souillures et de la poussière
	Bruit de la circulation	Coût du bruit de la circulation
SECURITE	Nombre d'accidents	Coût des accidents
ETAT DE LA ROUTE	Normes de conception	Coût des investissements routiers
	Normes d'entretien	Coût de l'entretien de la route

Source : Elvik, 1997.

Dans ce contexte, des analyses avantage-coût permettraient d'étayer les décisions qui procurent le maximum de bien-être pour la collectivité. Dans un tel scénario, l'efficacité peut être mesurée d'après le critère de Pareto selon lequel un projet contribue à améliorer le bien-être s'il améliore la situation d'au moins une personne et n'a de conséquence négative pour aucune. En procédant à un bilan, ce type d'analyse est possible.

Une étude récente (OCDE, 1997a) définit plusieurs indicateurs utiles qui peuvent être pris en compte au moment de décider des investissements dans le secteur de la circulation routière. Ces indicateurs ne se limitent pas à ceux d'accessibilité/mobilité, de sécurité du trafic et d'environnement mais englobent aussi des indicateurs concernant le gouvernement et l'administration des routes, pour des aspects tels que l'élaboration, la mise en oeuvre et les performances des programmes. Le principe sous-jacent est que les administrations publiques opèrent dans un environnement politique complexe et qu'il ne suffit plus de simplement fournir des services à une collectivité. Les opinions des usagers de la route et les influences des autres groupes d'acteurs sont considérées comme beaucoup plus pertinentes que ce n'était le cas dans le passé. En outre, les investissements routiers doivent contribuer aux objectifs sociaux d'équité et de développement communautaire et économique. Un modèle conceptuel d'indicateurs de performance a été élaboré et est actuellement expérimenté sur le terrain dans quinze pays Membres de l'OCDE pour s'assurer que les résultats de la présente étude peuvent être exploités pour la prise de décisions au jour le jour.

Sur la base des approches décrites ci-dessus, il devient clair qu'il n'est pas possible de supposer que les décisions politiques peuvent être le simple résultat d'un certain nombre de calculs. Ces décisions exigent aussi une implication et une prise en compte sociale. En ce qui concerne les problèmes de sécurité sur le réseau rural, il est tout aussi important de considérer différentes branches de la société qui sont parties prenantes dans les conséquences des décisions. D'abord, il existe tout un

éventail de catégories d'utilisations des routes rurales – commerciales, agricoles, privées, etc. – qui ont pratiquement chacune leur propre lobby. Il faut aussi considérer le secteur privé, lequel, dans ce contexte, englobe les secteurs des assurances, des transports, de la construction et de l'entretien des routes, et d'autres encore. Enfin, le secteur public intervient sous ses différentes formes. Naturellement, on peut s'interroger sur le caractère optimal des décisions prises à l'intérieur du gouvernement. En matière de sécurité routière, les instances suivantes du gouvernement sont concernées :

- celle en charge des problèmes généraux de sécurité routière, des aspects internationaux de l'élaboration de la politique (véhicules, nombreux projets de STI), de la réglementation (code de la route, homologation), de la coordination avec les autres autorités (par exemple subventions) et autres questions pertinentes ;
- celle qui a pour mission d'influer sur le comportement des usagers de la route (police, autorités judiciaires) ; et
- celle qui est chargée de la gestion des traumatismes et des services de santé (services d'urgence médicale, hôpitaux).

L'approche présentée ici est bien sûr de type formaliste et institutionnel. Manifestement, les responsabilités officielles des organisations et les accords entre organisations fournissent un cadre important pour l'élaboration de politiques efficaces et efficientes. Mais ce serait une erreur de penser que cette structure formelle explique tout. Le rôle des relations personnelles et des contacts informels est beaucoup plus important que cela n'est généralement dit dans les manuels et les rapports de recherche.

Le souci de rationaliser et de mieux intégrer la prise de décision dans le domaine de la sécurité routière n'est pas facile à satisfaire. Il est recommandé de prendre comme point de départ une ligne logique de raisonnement, même s'il faut reconnaître que dans la réalité la logique semble parfois absente des politiques mises en oeuvre. Il est également recommandé de toujours être très précis dans la définition des cadres à l'intérieur desquels les mesures sont promulguées. Etant donné toutes les conséquences possibles, souhaitées ou imprévues, il se pourrait que les calculs soient exacts en théorie mais conduisent en pratique à une situation d'incertitude ou à des recherches impossibles à réaliser.

Que peut-on attendre d'une rationalisation de la prise de décision en termes d'effets positifs ou négatifs sur les décisions destinées à améliorer la sécurité routière en dehors des zones urbaines ? Tout d'abord, il s'agit d'un problème qui est relativement bas sur l'échelle des priorités politiques, comparé aux problèmes rencontrés sur le réseau routier principal (engorgements), à la revitalisation des villes, à l'attention accordée aux problèmes d'environnement dus aux transports, à l'attention portée aux transports publics et à d'autres questions urgentes. Cela signifie que selon toute probabilité l'amélioration de la sécurité sur le réseau routier est plus une question de progression pas à pas – des petits pas très nombreux, faut-il espérer – plutôt que d'améliorations ciblées et massives. L'autre conclusion pourrait être qu'une politique intégrée, étant donné que de nombreux acteurs interviennent ou en l'espèce devraient être associés, n'est pas facile à réaliser et nécessite un effort de communication, de coordination et de coopération (voir la section VIII 4).

Les mesures dans les domaines de l'infrastructure et des applications STI sont souvent motivées par le souci de régler des problèmes autres que ceux de sécurité. Les applications STI ont souvent pour objectif une amélioration qualitative toujours plus importante de l'accessibilité (économique). Les mesures d'infrastructure influent sur l'accessibilité mais elles vont aussi au-delà, s'agissant d'adapter l'infrastructure routière aux circonstances nouvelles, à savoir nouvelles zones bâties, nouvelles infrastructures, etc. ou de répondre à des besoins "courants" d'entretien des routes. *Si au moment de considérer différentes mesures il est décidé, pour une raison quelconque et quelle qu'en*

soit la manière, d'agir sur l'écoulement du trafic, il devrait être impératif d'en envisager explicitement les conséquences sur la sécurité routière. Si le bilan des conséquences sur la sécurité n'est pas satisfaisant, les décisions doivent alors être ajustées pour aboutir à une situation plus sûre. Cet impératif vaut non seulement pour les décisions sur l'infrastructure mais aussi pour celles concernant l'influence des comportements, la mise en place d'applications STI ou l'organisation de la gestion des traumatismes.

Sur la mise en oeuvre du concept de prise en compte explicite des questions de sécurité routière dans la prise de décisions sur la structure et la conception du réseau routier, il existe quelques exemples intéressants (Wegman, *et al.*, 1994 ; ITE, 1994 et ETSC, 1997). Le rapport de l'ETSC donne pour deux procédures – l'audit de sécurité routière et l'étude d'impact sur la sécurité routière, les définitions suivantes : “L'*audit de sécurité routière* est une procédure formelle pour évaluer de façon indépendante les risques d'accidents et les performances probables en matière de sécurité d'un type donné de route ou de système de circulation, qu'il s'agisse d'une réalisation nouvelle ou de l'aménagement d'une route existante. L'*étude d'impact sur la sécurité routière* est une procédure formelle pour une évaluation indépendante des effets probables sur la sécurité de projets de route ou de systèmes de circulation ayant des incidences appréciables sur la circulation routière, sur la survenue d'accidents *sur l'ensemble du réseau routier* et sur les conditions de circulation qui peuvent être affectées par ces projets”. Ces deux procédures sont complémentaires dans la mesure où elles ont les mêmes finalités mais elles diffèrent par leur champ d'action et leur intervention dans le temps. L'audit de sécurité s'inscrit dans le contexte de l'application des principes de sécurité à la conception d'une section de route nouvelle ou réaménagée. En revanche, l'étude d'impact sur la sécurité routière devrait concerner une section plus étendue du réseau routier, pour une analyse des incidences des projets à plus grande échelle.

Pour les autres domaines d'action comme l'application des lois et la gestion des traumatismes, il n'existe pas d'exemples connus sur la façon dont il serait possible d'infléchir la prise de décision sur les priorités pour prendre en compte de façon satisfaisante la sécurité routière. Il est donc recommandé d'élaborer pour ces domaines d'action des procédures d'audit ou d'étude d'impact.

La prise en compte de la sécurité routière dans l'élaboration de l'action gouvernementale repose généralement sur une série normalisée d'étapes ou phases, généralement suivies dans la plupart des régions du monde. Si dans un premier temps l'amélioration de la sécurité routière en un lieu donné consistait à aborder différents aspects du problème de façon plutôt indépendante, il apparaissait généralement au bout d'un certain temps que le système de circulation routière contribuerait inévitablement à une augmentation du nombre des accidents et des blessés. Dans ces conditions, le système lui-même est intrinsèquement dangereux. Lorsque l'on procède à une analyse des problèmes de sécurité pour estimer le potentiel de différentes mesures, il importe de déterminer quel est dans le processus d'élaboration de la politique le stade atteint par la juridiction ou le pays considéré. D'une manière générale, on note actuellement une évolution vers une approche plus intégrée dans la phase de planification, du moins en ce qui concerne l'organisation de la mise en oeuvre des politiques, surtout si différentes autorités sont impliquées. L'intégration permet d'atteindre plus aisément les buts recherchés pour un coût moindre et sans effets secondaires préjudiciables.

VIII.3.3. Politique intégrée de sécurité sur les routes de rase campagne – possibilités et options

Dans la section VIII.2, on a noté que, en dehors des zones urbaines, les routes devaient remplir trois fonctions différentes : une fonction d'écoulement du trafic, une fonction de desserte et une fonction d'accès. Il est également préconisé dans cette section que l'on s'efforce le plus systématiquement possible de ne donner à chaque rue ou route qu'une seule fonction, c'est-à-dire

veiller à maintenir leur “monofonctionnalité”. Il sera alors possible, pour chaque catégorie fonctionnelle de route, d’exploiter différentes possibilités d’amélioration de la sécurité routière. On trouvera dans le tableau VIII.3 une matrice pouvant servir à classer les possibilités d’amélioration des diverses catégories de route. Il importe de considérer séparément chaque cellule de la matrice et de rassembler des informations fiables sur les effets et les coûts de toutes les mesures potentielles. On disposera ainsi d’un point de départ pour définir des ensembles de mesures et les intégrer.

Tableau VIII.3. **Matrice pour une approche intégrée de l’amélioration de la sécurité routière**

Catégorie fonctionnelle	Infrastructure routière	Législation et contrôle	STI/télématique	Gestion des traumatismes
Route de transit				
Route de desserte				
Route d’accès				

Source : OCDE.

Ce type d’approche ne donnera des résultats que s’il s’appuie sur une vision de la sécurité routière et une stratégie élaborée à partir de cette vision. (Voir par exemple celles récemment élaborées aux Pays-Bas sur la sécurité durable et en Suède sur la vision “zéro accident”.) Ces visions et stratégies doivent être adaptées au contexte régional. A partir du cadre défini par la vision et la stratégie, il sera alors possible d’élaborer une politique intégrée de sécurité routière. Il est recommandé d’élaborer de telles visions et stratégies à l’échelle du pays, ce qui permettra à chaque secteur de s’engager sur la réalisation de certaines améliorations. On trouvera un exemple d’une telle approche en Australie (National Trauma Advisory Council, 1995), de même qu’aux États-Unis avec le Strategic Highway Safety Plan (AASHTO, 1997).

Les chapitres IV, V, VI et VII ont donné un aperçu des différentes possibilités pour chaque cellule de la matrice. Mais comment choisir entre celles-ci ? Tout d’abord, les contributions potentielles dans chaque cellule doivent aller dans le sens de la vision et de la stratégie. Deuxièmement, il faut estimer le rapport coût-efficacité de chaque mesure. Ces deux étapes réalisées, il est alors possible de composer des ensembles de mesures dans lesquels on peut considérer les contributions possibles du point de vue de toutes les cellules. L’horizon temporel des mesures - c’est-à-dire à quel moment une mesure sera efficace ? Combien de temps ses effets se feront-ils sentir ? Un effet donné va-t-il s’éroder avec le temps ? etc. - est d’une grande importance et doit être pris en compte. En outre, en ce qui concerne la mise en oeuvre de certaines mesures, il n’est pas toujours facile de voir l’intérêt que présente une intégration globale, même si tout devrait être mis en oeuvre pour aller dans ce sens.

Il est souhaitable d’ajouter deux dimensions supplémentaires à cette matrice. Tout d’abord les catégories d’accident, telles que définies au chapitre II, pourraient servir à définir un “nombre cible d’accidents”, sur lequel il serait possible d’agir par une mesure donnée, laquelle pourrait alors être ajoutée à l’ensemble. On peut aussi ajouter une dimension temporelle à la matrice. Ainsi, les mesures dans le domaine du respect des lois pourraient peut-être avoir un effet positif immédiat sur la sécurité alors que les avantages procurés par des mesures dans le domaine des STI pourraient n’apparaître qu’après une dizaine d’années.

La *gestion des traumatismes* en tant que secteur dans lequel améliorer la sécurité sur les routes rurales ne devrait pas nécessairement être intégrée aux autres secteurs. Ce domaine a été jugé important pour réduire les conséquences sanitaires et les coûts économiques des accidents routiers, mais on peut considérer qu’il s’agit d’un domaine d’action à part. Les effets des mesures y sont plus

ou moins indépendants des autres effets, du fait qu'il n'est pas possible de remplacer les mesures de gestion des traumatismes par une autre activité quelconque dans l'une des autres cellules. Les effets de la gestion des traumatismes devraient être également appréciés du point de vue de son incidence sur les coûts sociaux des accidents plutôt qu'en termes de diminution du nombre d'accidents ou de blessés.

Les *applications des STI* mises au point pour les routes de rase campagne doivent apporter des réponses aux problèmes de sécurité routière adaptées à ce type de route. Il faut améliorer l'énoncé et l'analyse des problèmes pour orienter la recherche-développement dans ce domaine. Toutefois, la recherche-développement en matière de STI se situe à un autre niveau (plus international) et il n'est pas toujours possible d'intégrer ces évolutions à l'infrastructure routière et au régime d'application des lois d'une région donnée. Bien entendu, il serait possible d'utiliser certaines parties d'un réseau routier rural comme banc d'essai pour la mise au point de certaines applications télématiques.

L'infrastructure et les contrôles par la police (ainsi que l'information du public) sont des éléments absolument indispensables dans l'intégration des politiques. Il est recommandé en l'occurrence d'organiser l'intégration sur une base régionale dans laquelle les autorités routières, les instances de police et de justice coopèrent avec des partenaires du secteur privé. Sur les routes de transit et dans certains cas sur les routes de desserte, cette coopération peut aider à déceler les endroits qui présentent des risques élevés d'accident. Par ailleurs, il est possible de développer des activités locales dans le domaine de la conception des routes et, de la même manière, en ce qui concerne la gestion de la circulation. Cette approche est moins adaptée aux routes d'accès et à certaines routes de desserte simplement parce qu'il n'est pas possible de localiser les endroits à haut risque. Il existe bien entendu des exceptions et quelques lieux où l'on peut observer des erreurs manifestes de conception ou des comportements dangereux au plan local. Toutefois, d'une manière générale, sur ces routes de transit, il est possible d'élaborer des mesures de manière efficiente. Sur les deux autres types de route, à savoir routes de transit et routes de desserte, l'approche locale n'est pas toujours possible et alors, il convient d'adopter une approche au niveau du réseau, comme pour les problèmes rencontrés dans les zones urbaines.

VIII.4. Politique : organisation – financement – informations/données

La clé d'une approche plus intégrée des problèmes de sécurité routière sur les routes rurales réside dans l'idée de créer des "communautés d'intérêts". Pour dégager de véritables intérêts communs, il faut disposer d'une définition et d'une interprétation valables des notions de communication, de coordination et de coopération entre les différents organismes gouvernementaux, le secteur privé et les organisations d'usagers de la route. La volonté de coopérer est d'une importance capitale.

**Encadré VIII.2 Plan d'action pour la sécurité routière en rase campagne :
l'exemple de l'Australie**

Comme certains éléments montraient que l'amélioration de la sécurité routière en zone rurale ne progressait pas aussi rapidement qu'en zone urbaine et que – fait inquiétant – les conducteurs en zone rurale avaient deux fois plus de chances d'être impliqués dans un accident mortel que les conducteurs en zone urbaine, le Conseil australien des transports a accepté de financer la préparation d'un plan d'action pour la sécurité des routes en zone rurale en 1996. Celui-ci a été élaboré avec la participation de 22 organisations membres représentant les administrations fédérales, provinciales et locales, les organisations de police, les organisations de médecins et de services de santé, les constructeurs automobiles et des instituts de travaux publics. Ce plan a débouché sur 24 recommandations d'action dans les domaines suivants :

- Amélioration de la planification des routes ;
- Programmes d'éducation publique ;
- Participation des collectivités locales ;
- Gestion de la vitesse ;
- Gestion de la fatigue ;
- Respect des lois ;
- Services de prise en charge des traumatismes ; et
- Régions isolées.

Un préalable de ce plan était que toutes les organisations membres partageraient la responsabilité de sa mise en oeuvre. Ainsi, un organisme pilote et des organismes de soutien ont été désignés pour chaque recommandation d'action.

Indépendamment de l'approche de gestion esquissée ci-dessus, deux conditions importantes doivent par ailleurs être remplies pour assurer le succès d'une politique de sécurité intégrée. Premièrement, les participants associés à la (coordination de la) mise en oeuvre de la politique doivent être, pour la plupart, des "professionnels de la sécurité routière". Deuxièmement, il est recommandé que tous les partenaires disposent d'informations pertinentes et fiables, notamment pour surveiller la mise en place des initiatives et les gains résultant de ces initiatives. Un exemple d'une telle approche est donné dans l'encadré VIII.3.

**Encadré VIII.3. Système d'information sur la sécurité routière (SIRS) :
Informations clés à l'appui de la politique de sécurité routière aux Pays-Bas**

Le système néerlandais d'information sur la sécurité routière est un élément du concept de prise de décision rationnelle. Le principal avantage de ce système est la convivialité avec laquelle il est possible d'avoir accès à des informations pratiques, pertinentes et validées, qui peuvent en outre être intégrées dans des documents ou des feuilles de calcul électroniques. Le choix des informations contenues dans le système est décidé par les utilisateurs.

Les informations présentées dans ce système permettent aux intéressés de comprendre rapidement les évolutions et d'ajuster leur action en temps opportun. Les avantages du SIRS sont les suivants :

- il intègre des informations provenant de différentes sources ;
- il contient des informations récentes et les meilleures disponibles aux Pays-Bas ;
- l'utilisateur peut demander toute combinaison souhaitée de données ;
- toutes les données dans le SIRS s'accompagnent d'un texte explicatif ;
- toute question à laquelle le SIRS ne permet pas de répondre peut être soumise au Bureau d'information du SIRS.

Le SIRS couvre tous les principaux points de la politique officielle nationale en matière de sécurité routière. Pour chaque thème, une série chronologique de données est disponible. A l'intérieur de chaque tableau, l'utilisateur peut choisir les variables et les catégories à afficher, ainsi que le niveau de détail. Bien entendu, les tableaux peuvent être présentés sous forme de graphiques. Plus de soixante indicateurs sont disponibles.

Lorsqu'il lance le SIRS, l'utilisateur néerlandais n'a besoin de naviguer que dans deux écrans pour obtenir l'information qu'il souhaite. Le premier écran propose l'ensemble des sujets dans lequel il doit effectuer un choix (*écran de choix de l'indicateur*), et le deuxième écran permet au moyen de menus de préciser l'information demandée (*écran de manipulation de l'indicateur*). L'écran de sortie contient des boutons permettant d'effectuer des traitements complémentaires sur l'information.

En ce qui concerne le financement des politiques et des mesures, il est raisonnable que la mise en oeuvre des activités soient financées par le partenaire qui dispose des responsabilités et autorisations voulues dans la zone considérée. Ainsi, les autorités routières financent les investissements dans l'infrastructure, les services de police et de justice financent les mesures d'application des lois (les contrôles), les services de santé (ou l'assurance médicale) financent la gestion des traumatismes, etc. Dans le cadre d'une approche intégrée, il doit exister un accord concernant le financement, notamment lorsque tous les partenaires en retirent des bénéfices. Un exemple assez intéressant à cet égard est celui de l'installation de caméras pour observer les excès de vitesse, dans l'état du Queensland en Australie. La mise en place de ces caméras a été acceptée dans la mesure où toutes les recettes procurées par leur exploitation étaient allouées à des programmes de sécurité routière, plutôt qu'utilisées pour financer la police du Queensland. Il est recommandé qu'un financement distinct soit décidé au moment de la coordination des politiques, pour les moyens d'information et pour l'éducation des professionnels de la sécurité routière.

Une approche très intéressante pourrait être de relier les améliorations en matière de sécurité routière aux investissements dans l'entretien des routes et les évolutions dans d'autres domaines intéressant la sécurité routière. Si les budgets d'entretien sont un vecteur d'amélioration de la sécurité, les coûts de ces améliorations de la sécurité sont pratiquement invisibles. Il est inutile de rechercher de nouveaux financements si l'on veut investir dans l'amélioration de la sécurité routière. Notamment en période de restrictions budgétaires, il est préférable de réaffecter les budgets existants. Cela exige une prise en compte intégrée des buts poursuivis et donc des mesures et contre-mesures appropriées. Puis ces mesures peuvent être classées en fonction des avantages économiques qu'elles procurent, par rapport à leurs coûts escomptés. Un élément à considérer à cet égard est que ceux qui investissent

actuellement dans l'amélioration de la sécurité routière -- essentiellement les pouvoirs publics et donc le contribuable -- ne sont pas ceux qui bénéficient d'une réduction des coûts des accidents de la route. Le plus souvent, les bénéficiaires de ces réductions de coût sont les compagnies d'assurance -- assurance accident, assurance véhicule, assurance arrêt de travail, assurance invalidité, assurance santé et assurance vie -- et donc l'assuré lui-même. Cependant, les citoyens ne sont pas uniquement des contribuables, ils payent aussi des primes d'assurance. Cela soulève une question intéressante pour l'avenir, à savoir est-il possible de créer une "bourse unique" pour les investisseurs dans la prévention des accidents et des blessures et ceux qui bénéficient d'une réduction des préjudices économiques résultant des accidents ,

VIII.5 Résumé

Les accidents de la route en rase campagne nécessitent une approche distincte et spécifique car leurs caractéristiques et les possibilités de prévention diffèrent considérablement de ce qu'on observe sur les autoroutes, routes et rues en zone urbaine. Les trois éléments ci-après sont indispensables pour une approche efficace de l'amélioration de la sécurité sur les routes rurales.

1. Du point de vue de la sécurité routière, il est indispensable de disposer d'un réseau routier rural structuré hiérarchiquement, par usage fonctionnel. Il n'est pas sûr de combiner différents types d'utilisation de la route et des vitesses de conduite relativement élevées si, en réalité, le type de route et le comportement sur cette route ne sont pas adaptés. Il en résulte qu'il faut procéder à un réexamen fondamental de la conception et de l'utilisation des routes en dehors des zones urbaines dans de nombreux pays.
2. Dans la recherche d'un réaménagement plus sûr des routes rurales il importe de procéder à une évaluation intégrée de l'ensemble des intérêts en cause -- à savoir mobilité, environnement, intégration aux conditions et circonstances actuelles, coûts, etc. -- et d'effectuer une évaluation aussi rationnelle que possible. L'élaboration de modèles rationnels de décision et le rassemblement des données utiles sont donc recommandés. Les acteurs (organisations) associés et le processus de décision retenu devraient s'inscrire dans la recherche d'une prise de décision intégrée et rationnelle. Bien que permettant une meilleure qualité de la prise de décision et donc des décisions meilleures, cela implique un processus de décision plus complexe que ce n'est le cas actuellement.
3. La difficulté est de déterminer comment les organisations intervenant dans le processus de décision peuvent parvenir à un consensus sur une prise de décision plus intégrée. Il est donc proposé que les hauts responsables des organisations chargées de la planification, de l'infrastructure, de la législation, de l'application des lois, des projets STI et de la prise en charge des traumatismes, en coopération avec les dirigeants politiques, soient invités à engager ce processus. On peut penser que lorsque cette prise de décision intégrée et rationnelle se concrétisera, on pourra améliorer sensiblement la sécurité sur les routes de rase campagne.

BIBLIOGRAPHIE

- AASHTO (1997), *Highway Safety Strategic Plan: A Comprehensive Plan to Substantially Reduce Vehicle-related Fatalities and Injuries on the Nation's Highways*, Washington, D.C.
- BTCE (1995), *Evaluation of the Black Spot Program*, Report 90, AGPS, Canberra.
- BTCE (1996), *Valuing Transport Safety in Australia*, Working Paper 26, DOTRD, Canberra.
- COMMISSION EUROPEENNE (1997), "Promouvoir la sécurité routière dans l'Union Européenne, Programme pour la période 1997-2001", Commission des Communautés Européennes, Bruxelles.
- ELVIK, R. (1997), *A Framework for Benefit-cost Analysis of the Dutch Road Safety Plan*, TØI, Oslo.
- ELVIK, R., MYSEN, A.B. and VAA, T. (1997), *Trafikksikkerhetshandbok*, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL (1997), *Road Safety Audit and Safety Impact Assessment*, ETSC, Brussels.
- EUROPEAN TRANSPORT SAFETY COUNCIL (1997), *Transport Accident Costs and the Value of Safety*, ETSC, Brussels.
- FEDERAL REGISTER (1996), "Management and Monitoring Systems; Final Rule", Part III, Department of Transportation, Federal Highway Administration/Federal Transit Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1997), "Case Studies of Highway Safety Management Systems", Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- FHWA (1998), "Safety by Design: Office of Highway Safety Business Plan for 1998-1999", Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- GAO (1997), "Transportation Infrastructure", *States Implementation of Transportation Management Systems*, General Accounting Office, Washington, D.C.
- ITE (1993), *The Traffic Safety Toolbox: A Primer on Traffic Safety*, Institute of Transportation Engineers, Washington DC.
- ITE (1994), "Informational Report: Road Safety Audit", Committee 4S-7, Institute of Transportation Engineers, Washington D.C.

- JOHNSON, M., NEPOMUCENO, J., ZEIN, S., and YEE, H. (1997), *An Evaluation of ICBC-funded Road Improvement Investments*, Proceedings of the Canadian Multidisciplinary Road Safety Conference, Toronto, Ontario.
- MINISTRY OF TRANSPORT AND COMMUNICATIONS (1996), “Road Safety Plan, the Recommendation of the Consultative Committee on Road Safety”, Ministry of Transport and Communications, Helsinki.
- NATIONAL ROAD TRAUMA ADVISORY COUNCIL (1995), *Towards an Action Plan for Rural Road Safety*, a report of the Wodonga seminar “Rural Road Safety: Focus for the Future”.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIERE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1994), *Programmes ciblés de sécurité routière*, OCDE, Paris.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIERE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1997a), *Indicateurs de performance dans le secteur routier*, OCDE, Paris.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIERE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS (1997b), *Stratégies intégrées de sécurité et d’environnement*, OCDE, Paris.
- OCDE, RECHERCHE EN MATIERE DE ROUTES ET DE TRANSPORTS ROUTIERS(1997c), *Principes et modèles de sécurité routière*, OCDE, Paris.
- WEGMAN F. C. M., ROSZBACH, R., MULDER, J.A.G., SCHOON, C.C. and POPPE, F. (1994), *Road Safety Impact Assessment*, SWOV, Leidschendam.
- WEGMAN, F.C.M. and ELSENAAR, P.M.W. (1997), *Sustainable Solutions to Improve Road Safety in the Netherlands*, SWOV, Leidschendam.

Chapitre IX

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

IX.1. La sécurité routière en rase campagne – un géant endormi

Dans le cadre du présent rapport, les routes de rase campagne sont définies comme les routes en dehors des agglomérations qui ne sont ni des autoroutes, ni des routes non revêtues. Les routes de rase campagne peuvent être classées par fonction, par catégorie administrative ou en utilisant une combinaison des deux. Le rapport conclut que la grande diversité des principes et pratiques de mise en œuvre utilisés dans les systèmes de classification des routes fait obstacle à une représentation correcte de l'ampleur et de la nature des problèmes de sécurité routière en rase campagne, la complique et rend difficile la comparaison de la sécurité sur les routes de rase campagne d'un pays à l'autre.

Les problèmes de sécurité routière en rase campagne souffrent d'un manque d'attention comparé aux problèmes de sécurité sur les autoroutes et sur les voies urbaines. Il est assez évident que cette situation n'est pas adéquate, étant donné à la fois la portée et l'amplitude relative du problème. Ce manque d'attention se rencontre à la fois au sein des organisations gouvernementales et dans le grand public en raison du fait que les accidents en milieu urbain suscitent des sentiments subjectifs chez les gens, peut-être parce qu'un seul accident en milieu urbain est beaucoup plus visible pour le public que dix accidents dispersés sur le vaste réseau de rase campagne. Ces accidents ou quasi-accidents en milieu urbain parlent à l'imagination parce qu'ils sont perçus par de nombreuses personnes comme assez proches et personnels. De même, les accidents importants sur les autoroutes suscitent une attention spéciale, en particulier les accidents graves qui impliquent plusieurs véhicules. Ces accidents entraînent également d'importants embouteillages qui leur vaut l'intérêt des médias.

Les accidents qui surviennent sur les routes de rase campagne ne sont en général pas propres à attirer l'attention du grand public ou des médias. Il y a également l'opinion largement répandue que la prévention des accidents de la route en rase campagne est de nature très complexe dans la mesure où ces accidents sont des événements fortuits, distants qui résultent d'un comportement individuel imprudent qu'une conception de la route adaptée ou un contrôle efficace de la part de la police ne peuvent influencer. En d'autres termes "c'est le conducteur solitaire qui est à blâmer". Si ceci peut être le reflet de ce que les gens pensent, ce rapport contient assez d'éléments pour réfuter cette position et plaider en faveur d'actions nouvelles vigoureuses – dont beaucoup sont résumées ci-après – en vue de remédier au problème de sécurité routière en milieu rural.

IX.1.1. Le problème de sécurité sur les routes de rase campagne

Les routes de rase campagne correspondent à une part considérable du problème global de sécurité routière. Chaque année, plus de 75 000 personnes sont tuées sur les routes de rase campagne dans les pays de l'OCDE, soit plus de 60% de l'ensemble des décès dus à la route dans ces pays. Les

coûts économiques liés à ce problème de sécurité sont vertigineux, de l'ordre de USD 135 milliards par an (environ 120 milliards d'euros).

L'amélioration des caractéristiques de sécurité des véhicules contribue à une certaine réduction du nombre de décès dans les accidents de la route, même en cas d'accident grave. Il est donc probable que si on examinait les blessures graves provoquées par des accidents de la route en rase campagne, la situation au plan sécuritaire pourrait en fait être en train d'empirer dans les pays Membres de l'OCDE. Ainsi l'utilisation des seuls décès comme indicateur de la sécurité routière tend à masquer le problème dans sa totalité. Malheureusement, comme on l'a vu dans ce rapport, il n'y a que de rares données disponibles pour argumenter convenablement sur tous les aspects du problème de sécurité sur les routes de rase campagne et il n'est pas possible actuellement de tenir une comptabilité exhaustive des blessures graves.

Le risque d'être tué par kilomètre parcouru sur les routes de rase campagne est en général plus élevé que sur les voies urbaines et quatre à six fois plus élevé que sur les autoroutes. Les accidents sont en général plus graves sur les routes de rase campagne qu'en milieu urbain en raison des différences dans les vitesses pratiquées (plus élevées en rase campagne), dans les caractéristiques géométriques de la route (les routes de rase campagne sont le résultat d'une évolution plutôt que d'un véritable effort de conception), dans la fonction (les routes en milieu rural sont multi-fonctionnelles), dans les niveaux de contrôle (les routes de rase campagne ont une priorité plus faible) et d'autres facteurs. Ceci explique la montée de l'importance relative des décès sur les routes de rase campagne par rapport à l'ensemble des décès sur la route, proportion qui est passée de moins de 55% en 1980 à plus de 60% en 1996 dans les pays Membres de l'OCDE. Dans la mesure où, durant la même période, les pays de l'OCDE ont en général connu une diminution du nombre total de tués sur la route, il est clair que les progrès en matière de sécurité routière ont été plus concluants sur les autoroutes et voies urbaines que sur les routes de rase campagne.

Les conclusions à tirer de ces données sont inéluctables : le problème de sécurité sur les routes de rase campagne est très grave et tous les indicateurs de sécurité routière (ampleur, risque, évolution dans le temps) appellent clairement les décideurs et le monde de la sécurité routière à y accorder une attention bien plus grande. Tout laisse à penser que ce problème a été négligé au fil des ans comparé au degré élevé d'attention portée aux problèmes de sécurité sur les autoroutes et sur les routes et rues urbaines/résidentielles. On peut en voir une preuve dans l'absence générale de politiques ou d'objectifs ciblés explicites de sécurité pour les routes de rase campagne dans la plupart des pays de l'OCDE. Etant donné cet état des choses, le problème de sécurité routière en rase campagne mérite une priorité plus élevée dans les futures politiques de sécurité routière, sans pour autant négliger le problème de sécurité en milieu urbain.

IX.1.2. Les principales caractéristiques du problème de sécurité sur les routes de rase campagne

Trois catégories suffisent pour couvrir jusqu'à 80% de l'ensemble des accidents sur les routes de rase campagne : accidents n'impliquant qu'un seul véhicule – sorties de route en particulier – collisions frontales et collisions aux intersections. Les accidents n'impliquant qu'un seul véhicule constituent 35% ou plus de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne. Ce type d'accident est le plus fréquent car tous les éléments de la famille des facteurs de danger — c'est-à-dire le comportement du conducteur, le véhicule et l'environnement routier (l'infrastructure) — jouent un rôle dans la genèse de ces accidents et dans leur aggravation. Les collisions frontales représentent jusqu'à 25% de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne. Si le comportement du conducteur — c'est-à-dire la vitesse — et l'environnement routier — c'est-à-dire le conflit résultant de la non séparation des voies opposées — sont les principaux facteurs causatifs de ces accidents, la

technologie automobile recèle un potentiel d'atténuation de la gravité de l'accident lui-même. Les collisions dans les intersections représentent environ 20% de tous les accidents mortels sur les routes de rase campagne. Là encore, le comportement du conducteur et l'infrastructure routière sont les principaux facteurs contributifs de ce type d'accident.

Les accidents sur les routes de rase campagne sont répartis sur l'ensemble du réseau, à l'exception de points noirs spécifiques. Dans ces conditions, les professionnels de la sécurité sont confrontés au défi pressant de comprendre les causes de ces accidents ainsi que les facteurs qui y contribuent. Une conclusion importante de cette analyse est que le système routier de rase campagne lui-même présente des caractéristiques inhérentes qui contribuent significativement à la valeur élevée du nombre d'accidents et du risque.

Les vitesses inadaptées et excessives sont un facteur-clé dans les accidents sur les routes de rase campagne dans la mesure où les vitesses pratiquées sont relativement élevées (80-120 km/h) dans des conditions où ces vitesses élevées ne peuvent être maintenues, partout et tout le temps, en toute sécurité. Par exemple, les caractéristiques de construction ne sont en général pas homogènes sur toute la longueur des routes de rase campagne. Ceci vaut particulièrement pour les routes qui n'ont pas été planifiées mais qui ont plutôt subi l'évolution du temps. Ceci nécessite une adaptation constante des vitesses pour répondre à des situations qui changent sans cesse et à des circonstances qui augmentent les occasions d'erreurs humaines et entraînent donc un risque d'accident plus élevé. La perte de contrôle est également un facteur majeur et elle correspond à 35% des accidents sur les grands axes en rase campagne et jusqu'à 60% sur les petites routes. Ces accidents sont encore plus graves lorsque le véhicule rencontre un obstacle. Quelques 40% des décès dans des accidents de la route en rase campagne impliquent un obstacle. *Bien qu'il existe différentes causes à la perte du contrôle du véhicule et à une sortie de route, des mesures influençant les vitesses inadaptées et excessives et une conception sûre des bords de voie sont des éléments essentiels pour améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne.*

Dans de nombreux pays, la consommation d'alcool, en particulier par des jeunes conducteurs, la nuit, en fin de semaine, constitue un facteur d'accident important. Dans d'autres pays, la fatigue, les médicaments ou les drogues jouent un rôle majeur. Si les facteurs alcool et fatigue sont bien connus et leur menace abondamment documentée, on ne dispose que très peu d'informations sur les médicaments et les drogues. Néanmoins, l'information qui existe indique que les problèmes de sécurité routière associés ne doivent pas être négligés. Un autre facteur frappant ressorti est que jusqu'à 75% de tous les accidents mortels impliquent des conducteurs qui habitent dans le voisinage du lieu de l'accident. Cette information peut avoir des implications importantes pour les futurs programmes de sécurité routière en milieu rural.

Outre les principaux points décrits ci-dessus, certaines conclusions peuvent être tirées en relation avec d'autres facteurs qui intéressent le problème de sécurité sur les routes de rase campagne. Les véhicules lourds de marchandises et les autocars posent un problème spécifique dans la mesure où leur profil de vitesse est assez différent de celui des automobiles. Ce différentiel de vitesse génère plus de cas de dépassement, qui peut s'avérer une manœuvre dangereuse sur les routes de rase campagne. En outre, il est courant de rencontrer des véhicules lents tels que des véhicules agricoles, des cyclomoteurs ou des bicyclettes sur les routes de rase campagne. Lorsque ce type de trafic évolue dans le même espace physique que des automobiles qui roulent rapidement, on peut s'attendre à un risque d'accident élevé.

IX.2. Stratégie d'amélioration de la sécurité sur les routes de rase campagne.

Dans le présent rapport on a défini un cadre pour des mesures de prévention, fondé sur un ensemble de caractéristiques du problème de sécurité routière en rase campagne, à savoir :

- le réseau de routes de rase campagne est un réseau très long, caractérisé par son histoire et composé d'éléments de nature très différente par la fonction, le type, la conception et l'utilisation des routes ;
- le comportement de l'usager de la route peut être caractérisé par la fluidité du trafic et des vitesses élevées tandis que dans le même temps l'usager de la route se trouve confronté à des circonstances très variées ainsi qu'à une absence de standardisation et de prévisibilité de la chaussée ;
- la majorité des accidents sur les routes de rase campagne tombent dans trois catégories : sortie de route, collision frontale, collision à une intersection ;
- on ne dispose que de moyens financiers limités pour entretenir et étendre le réseau routier de rase campagne, en relation en particulier avec la longueur du réseau et les faibles volumes de trafic supportés ; et
- de nombreux acteurs différents – services des routes, police, etc.. – sont en charge de l'action de prévention.

La sécurité sur les routes de rase campagne est complètement différente de ce qu'elle est sur les autoroutes ou les voies urbaines et elle requiert donc une approche de gestion séparée. Une telle approche est quasiment inexistante dans les pays de l'OCDE. *Il est donc recommandé que chaque pays Membre de l'OCDE élabore une stratégie d'amélioration de la sécurité sur les routes de rase campagne. Il est également recommandé que chaque pays développe des programmes à court, court/moyen et long termes qui soient fondés sur une analyse sérieuse des problèmes.* Ces plans devront veiller en particulier à faire prendre conscience du problème de sécurité routière en rase campagne à la fois auprès du grand public et au sein des organisations regroupant les acteurs essentiels, à savoir les pouvoirs publics, les groupes de pairs et autres.

Dans les programmes à court terme, il est conseillé de développer et mettre en œuvre une stratégie de gestion de la vitesse dans laquelle les éléments-clés sont la définition de limites de vitesse et le contrôle de leur respect (combiné à des campagnes publicitaires). A court terme, il est également possible d'établir un système de gestion des traumatismes. Dans les programmes à court et moyen termes, il faut sélectionner des mesures touchant l'infrastructure qui mettent l'accent sur l'investissement pour améliorer la qualité de l'infrastructure routière en rase campagne. Il est recommandé de retenir des mesures de faible coût et efficaces qui, de préférence, s'inscrivent bien dans les programmes d'entretien routier en cours. Parmi les mesures retenues concernant l'infrastructure, il est essentiel d'améliorer la sécurité des bords de route. Les programmes sur le long terme devraient comporter, entre autres mesures, des applications des STI.

Les complexités institutionnelles rencontrées lorsqu'on aborde la question de la gestion intégrée de la sécurité routière imposent une claire identification du rôle des différents acteurs — administrations chargées des routes, forces de police, le secteur de la santé publique, les représentants des organisations d'usagers de la route, le secteur de l'assurance, les médias et autres — sur une base régionale. Ce problème institutionnel est fondamental en raison de l'absence de tradition de coopération dans de nombreux pays et régions. La coopération fondée sur l'objectif d'une conception et d'une mise en œuvre conjointes d'un programme de gestion intégrée de la sécurité routière dans une atmosphère de "partenariat" est l'approche la plus prometteuse. Une organisation pilote devrait initier

et faciliter ce partenariat. Cette même organisation devrait également jouer un rôle central dans la collecte et dans la dissémination de l'ensemble des informations, des connaissances et de l'expertise liées à la sécurité sur les routes de rase campagne.

IX.2.1. Mesures de sécurité routière

Tout au long des différents chapitres, le rapport suggère différentes mesures de sécurité susceptibles d'améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne et nombreuses d'entre elles sont peu coûteuses. Si le rapport recommande une approche structurelle à l'échelle du réseau, il ne fait aucun doute que des mesures isolées de faible coût peuvent apporter une contribution substantielle à la sécurité du réseau routier de rase campagne. Aussi trouvera-t-on dans chacun des paragraphes ci-après un résumé des mesures.

Infrastructure

Les mesures de sécurité visant l'infrastructure sont celles qui offrent le plus d'opportunités d'amélioration de la sécurité sur les routes de rase campagne et celles qui ont un faible coût et offrent une rentabilité élevée ont le plus de chance d'être largement adoptées. Toutefois, même si la sécurité est considérée comme un critère important dans la conception des routes, elle ne revêt encore trop souvent qu'une importance secondaire. Le rapport recommande fermement que la sécurité soit prise en compte explicitement à chaque stade du processus, depuis la décision de construire ou reconstruire une route jusqu'aux phases de planification et de conception, en passant par la construction et durant l'exploitation et l'entretien. La conception d'une route sûre doit se fonder sur un réseau routier cohérent, hiérarchisé, dans lequel chaque catégorie de route remplit une fonction particulière. Les caractéristiques de construction d'une route doivent être cohérentes avec sa fonction et offrir un "guidage positif" aux usagers de la route. De ce point de vue, le rapport recommande d'assigner aux routes de rase campagne une fonction spécifique plutôt que de chercher à remplir une combinaison fluctuante de fonctions. En outre, la conception de la route doit être cohérente avec la fonction et conforme à son usage fonctionnel inférieur.

Il faut toujours se souvenir qu'en définitive le niveau de sécurité d'une route dépend de la cohérence de la conception sous tous ses aspects. Par exemple, le rapport fait remarquer qu'une série de courbes relativement larges ne doit pas être suivie par un virage serré sans des avertissements répétés et/ou des mesures physiques de réduction de la vitesse. En outre, il doit être possible de négocier un virage isolé ou le premier d'une série à une vitesse qui ne soit pas sensiblement inférieure à la vitesse pratiquée sur le tronçon rectiligne qui précède. S'il existe une tendance générale à l'augmentation des taux d'accident lorsque les courbes se resserrent, d'un point de vue sécuritaire la cohérence des courbures tout au long de la route est au moins aussi importante. Le rapport suggère qu'une exigence minimale pour assurer la sécurité de l'infrastructure routière devrait être de faire appel au processus de planification pour minimiser les accès directs aux grands axes en rase campagne et/ou ne pas autoriser l'accès dans les courbes, les sommets de côte et à proximité ou au niveau des carrefours.

Les sorties de route d'un véhicule isolé — accident le plus fréquent sur les routes de rase campagne — se produisent le plus souvent dans des courbes horizontales plutôt que sur les sections tangentes adjacentes. C'est également le cas pour de nombreuses collisions frontales. Le rapport conclut que la rectification des courbes horizontales constitue une mesure efficace de réduction des accidents. Mais la reconstruction de courbes existantes est coûteuse et ne trouve vraisemblablement une rentabilité que sur les routes les plus chargées. Aussi le rapport recommande-t-il plusieurs mesures

moins coûteuses comme la suppression ou la protection des obstacles latéraux, l'adoucissement des pentes latérales, l'amélioration de l'adhérence de la chaussée, l'augmentation du dévers, le revêtement des accotements et la suppression des différences de niveau au bord du revêtement. A cet égard on peut citer comme mesures de faible coût la réfection du marquage central ou latéral de la chaussée dans certaines situations, l'installation de marquage réfléchissant surélevé ou l'amélioration de la pré-signalisation. Les dispositifs sonores suivant le profil en long peuvent également être efficaces dans la prévention des sorties de route. L'installation de marquages latéraux pour guider le conducteur dans une courbe ou le long d'un ouvrage d'art sont également bénéfiques pour la sécurité.

Le rapport souligne l'importance du concept des "bords de route qui pardonnent" et des améliorations des bords de voie dans la mesure où on peut ainsi réduire significativement la gravité des accidents. On a un potentiel très important d'amélioration de la sécurité globale en traitant ou en supprimant les obstacles latéraux comme les arbres, les fossés, les rochers, les poteaux électriques ou téléphoniques et les pentes raides. Le rapport indique également qu'il serait souhaitable d'avoir une zone, d'une largeur comprise entre 4 et 10 mètres libre de tout obstacle, partout où l'emprise et les caractéristiques géométriques de la route le permettent. Enfin, le rapport identifie clairement le transfert de connaissances et la formation dans le domaine de la sécurité latérale comme un champ d'action essentiel susceptible de contribuer à un meilleur traitement en temps opportun des dangers en bordure de voie.

Pour ce qui concerne les collisions frontales, le rapport montre que leur prévention peut être obtenue en séparant (physiquement) le trafic circulant dans les deux sens. Une approche relativement drastique réalisable sur les routes de rase campagne est une séparation physique étroite au moyen d'une glissière en acier ou en béton. Pour réduire les collisions frontales provoquées par des manœuvres de dépassement, l'aménagement de voies de dépassement sans risque de conflit — c'est-à-dire des sections de dépassement à distance régulière ou une voie lente en montée — peut offrir de nombreux avantages. En outre, le rapport montre que combiner un élargissement de la voie de circulation et de l'accotement est l'approche la plus efficace pour éviter divers types d'accidents dont les collisions frontales.

Après examen des collisions dans les intersections, le rapport conclut que les carrefours giratoires présentent d'excellents résultats en termes de sécurité comparé aux carrefours à trois ou quatre branches. Les giratoires doivent être envisagés pour leur performance en termes de sécurité. Toutefois, comme il s'agit d'une solution relativement coûteuse, la décision de les installer doit reposer sur une analyse approfondie de la rentabilité correspondante comparé à d'autres solutions. La canalisation du trafic comme mesure de prévention dans les intersections ordinaires existantes peut être bénéfique même si le débit journalier moyen annuel est inférieur à 7 500 véhicules. En outre, l'éclairage des routes dans les intersections permet de diminuer le nombre de collisions nocturnes dans certaines conditions, mais il est important que les lampadaires en bordure ou au milieu de la chaussée ne soient pas à l'origine de dommages corporels en raison de leur mauvaise conception ou position.

S'agissant du problème de la dispersion des vitesses sur les routes de rase campagne, le rapport conclut que la séparation des trafics lent et rapide contribue favorablement à la sécurité globale sur les routes de rase campagne. Cette séparation peut se faire de plusieurs manières : *i*) une route parallèle ou une zone de circulation secondaire pour les véhicules lents de tout type ; *ii*) une piste réservée aux bicyclettes et piétons parallèle et physiquement séparée ; *iii*) une voie sur l'extérieur de la voie de circulation normale réservée aux bicyclettes et aux piétons ; et *iv*) une voie sur l'extérieur de la route qui est en principe affectée aux bicyclettes/piétons, mais qui peut être utilisée par des véhicules à moteur lents pour permettre au trafic rapide de les dépasser.

Enfin, le rapport souligne l'importance de combiner de manière adéquate les programmes de traitement des points noirs qui ciblent des sites spécifiques à problèmes avec les évaluations préventives de l'impact sur la sécurité et les audits de sécurité, lors de la planification, de la conception, de la (re)construction ou de l'entretien des routes. L'objectif est de prévenir les accidents plutôt que de réagir à ceux qui se sont produits. Aussi, le rapport recommande-t-il la diffusion de ces pratiques au niveau local, régional et national.

Contrôle par la police

Le rapport considère que le contrôle par la police symbolise efficacement que la sécurité routière est aussi importante que la lutte contre d'autres types de crimes ou délits. Ceci est particulièrement important compte tenu de la contribution des vitesses inadaptées et excessives aux accidents sur les routes de rase campagne. Un contrôle efficace peut constituer un facteur de dissuasion générale susceptible d'induire à long terme des changements de comportement s'il est couplé avec d'autres actions fermes comme des sanctions adaptées et une formation suffisante des conducteurs. Toutefois, en raison de la longueur du réseau, le contrôle par des moyens classiques est très limité et l'on ne peut pas se contenter de stratégies fondées sur l'amélioration ponctuelle du comportement, en déployant les forces de police le long des routes. Le rapport conclut que les campagnes de publicité associées à un contrôle ciblé peuvent renforcer les effets du contrôle et contribuer à une modification des comportements d'ordre normatif. Dans la même veine, le rapport conclut que la répétition des contrôles produit des effets de halo plus durables, que ce soit en termes de temps ou de distance, par opposition aux campagnes "éclair". Lorsque l'on introduit un élément aléatoire dans le contrôle, l'efficacité de celui-ci peut se trouver également renforcée et des effets de halo plus durables sont produits. Le rapport recommande d'envisager l'application de technologies de contrôle automatique, en ciblant les causes des principaux accidents sur les routes de rase campagne. Enfin, le rapport recommande vivement que les fonds issus du contrôle de la circulation routière soient affectés à la sécurité sur les routes de rase campagne afin d'assurer que ces importants problèmes de sécurité seront traités le plus complètement possible.

Systèmes de transport intelligents (STI)

Le rapport conclut que le potentiel des solutions STI pour la sécurité sur les routes de rase campagne ne pourra être pleinement réalisé que si l'on engage des recherches visant à mieux comprendre le coût de ces systèmes, les problèmes techniques spécifiques, l'interface homme-machine ainsi que les contraintes institutionnelles et politiques. En outre, le caractère extensif du réseau routier de rase campagne nécessite des solutions de faible coût. En dépit de cette position prudente, le rapport identifie toute une série de mesures STI de faible coût qui seront prêtes à être mises en œuvre dans les trois prochaines années et qui pourraient contribuer à la réduction des principaux types d'accidents sur les routes de rase campagne. Étant donné le rôle majeur de la vitesse dans les accidents sur les routes de rase campagne, les technologies de contrôle de la vitesse tels que l'affichage de vitesses conseillées et la régulation d'allure intelligente sont particulièrement intéressantes. Parmi les autres mesures à court terme et de faible coût figurent des systèmes de surveillance du conducteur, d'avertissement de l'approche de carrefours et des feux de guidage. Dans les trois à sept prochaines années, d'autres mesures de faible coût comme les ceintures de sécurité et coussins d'air intelligents ou les enregistreurs de données relatives au véhicule seront largement disponibles et pourront atténuer le problème de sécurité sur les routes de rase campagne. Enfin, le rapport identifie des mesures STI dont le coût est élevé et/ou qui ne seront pas disponibles avant un certain temps. Les décisions d'application de ces mesures sur des routes de rase campagne doivent être prises au cas par cas.

Le rapport souligne que l'identification de la localisation d'un accident est l'un des problèmes cruciaux dans la réponse aux accidents sur les routes de rase campagne. Le rapport cite plusieurs options susceptibles d'améliorer la situation, comme : l'amélioration des systèmes d'identification des routes et de repérage kilométrique ; le développement de l'usage des systèmes GPS ; et les possibilités de détection automatique des incidents. Plusieurs technologies de communication pourraient également contribuer à améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. Parmi les technologies disponibles, le téléphone cellulaire est considéré comme une avancée extrêmement positive dans la mesure où il permet de raccourcir le délai d'intervention et d'améliorer toute la chaîne d'information relative à une situation d'accident. Le rapport suggère un rôle pour les campagnes de publicité en conjonction avec une meilleure diffusion de la formation aux premiers secours pour améliorer le traitement des traumatismes sur place lors d'un accident en rase campagne. Le rapport recommande également des directives communes et des procédures normalisées que les hôpitaux locaux pourraient adopter pour améliorer le traitement des traumatismes.

IX.3. Besoins de recherche

On trouvera décrits ci-après les besoins de recherche en matière de sécurité sur les routes de rase campagne tels que les résultats des travaux du Groupe d'Experts ont permis de les identifier. Il faut remarquer que chaque chapitre du rapport contient des recommandations très spécifiques en matière de recherche alors que cette section passe en revue les besoins de recherche de base qui sont apparus.

IX.3.1. Recueil et analyse des données

Une des conclusions importantes auxquelles est parvenu le Groupe est qu'il n'y a actuellement pas suffisamment d'information disponible sur les problèmes de sécurité routière en rase campagne pour permettre de fonder sainement des décisions politiques et d'investissement. Ceci est important car l'amélioration de la sécurité sur les routes de rase campagne exige des méthodes unifiées de recueil et de rapport des données d'accidents, d'identification des mesures d'exposition, de suivi et d'évaluation des mesures de prévention ainsi que d'estimation de l'effet et de la rentabilité de ces mesures de prévention. Lorsque ces méthodes unifiées seront en place, il sera possible de donner un fondement solide à des politiques rationnelles de sécurité sur les routes de rase campagne. Aussi, une évaluation plus systématique de l'efficacité des contre-mesures repose-t-elle nécessairement sur des données fiables et valides. A cet égard, une étude comparative des stratégies pour les routes de rase campagne peut aider à améliorer l'efficacité de ces contre-mesures. Il est recommandé d'encourager l'intensification des échanges de résultats de recherche au plan international — en utilisant, par exemple, la base de données de la Documentation Internationale en Recherche Routière (DIRR) — et de créer une plate-forme internationale pour traiter de la programmation et de l'exécution de méta-analyses sur des sujets importants en rapport avec la sécurité sur les routes de rase campagne. Cette plate-forme devrait avoir les moyens de rendre aisément accessible dans le monde entier le savoir en matière de sécurité sur les routes de rase campagne, en faisant appel à des méthodes et techniques modernes de diffusion.

IX.3.2. Stratégies de sécurité sur les routes de rase campagne

Le cadre stratégique qui a été développé dans cette étude nécessite des recherches complémentaires en vue d'établir les avantages associés à cette approche. Les éléments-clés à étudier sont : *i*) la mono-fonctionnalité des routes dans le réseau de routes de rase campagne et ses conséquences en termes de conception routière ; *ii*) les méthodes permettant de traiter explicitement la sécurité routière lorsqu'on améliore ou que l'on entretient le réseau de routes de rase campagne ; et *iii*) l'élaboration d'une approche intégrale en vue d'améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne. Il est recommandé d'identifier des projets-pilotes possibles qui intéressent ces domaines conjointement à un examen des arrangements institutionnels entre les parties intéressées.

IX.3.3. Mesures de sécurité sur les routes de rase campagne

Il est assez évident que les connaissances et l'expertise actuelles sur la manière d'améliorer la sécurité sur les routes de rase campagne ne sont pas suffisantes. Différents exemples du rapport font apparaître cette lacune dans les connaissances. Par exemple, on ne comprend pas encore assez bien pourquoi les usagers de la route font des erreurs qui débouchent parfois sur des accidents ou pourquoi, dans leur grande majorité, ils ne respectent pas les limitations de vitesse. Les connaissances relatives à la manière d'influencer effectivement et efficacement le comportement humain sont également plutôt limitées. Il est donc recommandé de mettre en place des programmes de recherche complets pour combler ces lacunes. Un élément important dans la mise au point des programmes de recherche est le recours à certains modèles ou théories de la sécurité routière pour s'orienter. Le transfert de connaissances peut être maximisé en accordant une attention explicite à la sécurité dans l'enseignement universitaire de base sur les techniques routières. En outre, une vision ou une stratégie analogue d'amélioration de la sécurité routière – comme la vision de la sécurité durable aux Pays-Bas et la vision zéro accident en Suède – peut être considérée comme extrêmement précieuse à cet égard.

IX.4. Étapes suivantes – la diffusion des résultats

Compte tenu de l'intérêt économique et politique des résultats de cette étude, il est conseillé et justifié de leur assurer une large diffusion. Cette recommandation est renforcée par les résultats de l'analyse des risques (dangers) de la sécurité routière sur les routes de rase campagne qui conduit indiscutablement à la conclusion que les pays Membres de l'OCDE doivent prêter une attention plus forte au problème de la sécurité sur cette partie de leurs réseaux routiers. Le Groupe recommande également que le concept de stratégie sécuritaire élaboré dans ce travail soit largement mis en œuvre dans les pays Membres.

Pour que ces recommandations progressent, il est nécessaire, dans un premier temps, de les porter à la connaissance des principaux intéressés dans les pays Membres de l'OCDE, en particulier les organisations nationales chargées de la politique de sécurité routière. En second lieu, il faut assurer leur promotion auprès des organisations supranationales/internationales — par exemple la Banque Mondiale, les banques de développement régional, l'AIPCR, l'IRF, l'APEC, la REAAA, et autres — qui sont les plus susceptibles d'être intéressées à poursuivre une politique et une recherche fondées sur les présentes conclusions et recommandations. Enfin, elles devraient être présentées en dehors des pays Membres de l'OCDE où les résultats peuvent susciter un fort intérêt. Même si tous les pays contributeurs se partagent la responsabilité de ces trois niveaux de diffusion, une initiative s'impose également de la part du programme OCDE/RTR pour assurer la diffusion la plus large possible de ces résultats.

Il est clair que ce rapport contient une profusion d'informations tirées d'expériences internationales très diversifiées quant à la manière de faire progresser la sécurité sur les routes de rase campagne en améliorant la planification, la conception, l'entretien et l'exploitation de l'infrastructure routière, en modifiant le comportement du conducteur grâce à un meilleur contrôle par la police et à des campagnes d'information, par le biais d'applications ciblées des STI et en améliorant le système de gestion des traumatismes routiers sur les routes rurales. Il est donc recommandé d'organiser un symposium international au cours duquel les résultats de cette étude pourraient être présentés. Il est également recommandé que les pays qui participent au programme RTR favorisent la diffusion de ces résultats dans des publications spécialisées et par le biais de présentations dans des congrès et séminaires. En outre, il est conseillé de porter ce rapport à l'attention des organisations internationales avec l'idée de leur offrir l'opportunité de réagir aux résultats de cette étude dans le cadre de leurs propres activités.

Annex A

LISTE DES MEMBRES

President : M. Wegman (Pays-Bas)

Australie	M. Denny O'LEARY
Belgique	Ms. Jan PELCKMANS
Canada	M. Randolph W. SANDERSON
République Tchèque	M. Jan SPOUSTA M. Josef MIKULIK
Danemark	M. Per MATHIASEN
Finlande	Ms. Saara TOIVONEN
France	M. Christian MACHU M. Thierry BRENAC M. Dominique FLEURY
Japon	M. Tamotu KOBAYASI M. Masakazu NAKAGAWA
Pays-Bas	M. Fred WEGMAN Mme Ingrid van SCHAGEN M. Joop H. KRAAY
Suisse	M. Uwe EWERT
Royaume Uni	M. Adrian WADDAMS
États-Unis	M. A. George OSTENSEN
Membres correspondants	M. Shalom HAKKERT, Israël M. Peter HOLLÓ, Hongrie
OCDE/RTR	M. Wolfgang HÜBNER M. Anthony OCKWELL M. Patrick HASSON Mme Véronique FEYPELL- de LA BEAUMELLE

Rapporteurs

M. O’Leary, M. Wegman, Ms. Van Schagen, M. Ewert, M. Ostensen, M. Hakkert, M. Hasson

Comité de rédaction

M. Spousta, M. Wegman, M. Waddams, M. Hakkert, M. Hasson, Mme Feypell-de La Beaumelle

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(77 1999 01 2 P) ISBN 92-64-27054-X – n° 50642 1999