
Thierry BRENAC
Claudine NACHTERGAËLE
Hélène REIGNER

Scénarios types d'accidents impliquant des piétons

et éléments pour leur prévention

Rapport INRETS n° 256
Décembre 2003

Conformément à la note du 04/07/2014 de la direction générale de l'Ifsttar précisant la politique de diffusion des ouvrages parus dans les collections éditées par l'Institut, la reproduction de cet ouvrage est autorisée selon les termes de la licence CC BY-NC-ND. Cette licence autorise la redistribution non commerciale de copies identiques à l'original. Dans ce cadre, cet ouvrage peut être copié, distribué et communiqué par tous moyens et sous tous formats.



(CC BY-NC-ND 4.0)



Attribution — Vous devez créditer l'Oeuvre et intégrer un lien vers la licence. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens possibles mais vous ne pouvez pas suggérer que l'Ifsttar vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son Oeuvre.



Pas d'Utilisation Commerciale — Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette Oeuvre, tout ou partie du matériel la composant.



Pas de modifications — Dans le cas où vous effectuez une adaptation, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale (par exemple, une traduction, etc.), vous n'êtes pas autorisé à distribuer ou mettre à disposition l'Oeuvre modifiée.

Le patrimoine scientifique de l'Ifsttar

Le libre accès à l'information scientifique est aujourd'hui devenu essentiel pour favoriser la circulation du savoir et pour contribuer à l'innovation et au développement socio-économique. Pour que les résultats des recherches soient plus largement diffusés, lus et utilisés pour de nouveaux travaux, l'Ifsttar a entrepris la numérisation et la mise en ligne de son fonds documentaire. Ainsi, en complément des ouvrages disponibles à la vente, certaines références des collections de l'INRETS et du LCPC sont dès à présent mises à disposition en téléchargement gratuit selon les termes de la licence Creative Commons CC BY-NC-ND.

Le service Politique éditoriale scientifique et technique de l'Ifsttar diffuse différentes collections qui sont le reflet des recherches menées par l'Institut :

- Les collections de l'INRETS, Actes
- Les collections de l'INRETS, Outils et Méthodes
- Les collections de l'INRETS, Recherches
- Les collections de l'INRETS, Synthèses
- Les collections du LCPC, Actes
- Les collections du LCPC, Etudes et recherches des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Rapport de recherche des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Guide technique
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Méthode d'essai



Institut Français des Sciences et Techniques des Réseaux,
de l'Aménagement et des Transports
14-20 Boulevard Newton, Cité Descartes, Champs sur Marne
F-77447 Marne la Vallée Cedex 2

Contact : diffusion-publications@ifsttar.fr

www.ifsttar.fr



Les auteurs :

Thierry Brenac, Chargé de Recherche à l'INRETS-MA
Claudine Nachtergaële, Ingénieur d'Etudes à l'INRETS-MA
Hélène Reigner, Chargée de Recherche à l'INRETS-MA

L'Unité de recherche :

Département Mécanismes d'accidents (MA)
INRETS – Centre de Salon de Provence
Chemin de la Croix Blanche
13300 SALON DE PROVENCE
Tél. : 04 90 53 95 20 – Télécopie : 04 90 53 68 94

Ce rapport a bénéficié des commentaires et remarques des rapporteurs suivants :

- Sylvie Després, UFR de Mathématiques et Informatique, Université Paris V,
- Guy Tamisier, Service Sécurité Routière, Direction de l'Espace Public, Ville de Marseille.

Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité

Service des publications : 2, avenue du Général Malleret-Joinville
94114 ARCUEIL CEDEX Tél. : 33 (0)1 47 40 70 74 - Fax : 01 45 47 56 06
www.inrets.fr

© Les collections de l'INRETS
N° ISBN 2-85782-599-4 N° ISSN 0768-9756

Fiche bibliographique

UR (1er auteur) INRETS, Département Mécanismes d'Accidents (MA)	Projet N° SEGUR	Rapport INRETS N° 256
Titre Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention		
Sous-titre	Langue F	
Auteur(s) Thierry Brenac, Claudine Nachtergaële, Hélène Reigner	Rattachement ext.	
Nom adresse financeur, co-éditeur	N° contrat, conv.	
	Date de publication Décembre 2003	
Remarques		
Résumé Cetle recherche porte sur les accidents corporels de la circulation routière impliquant des piétons. Elle repose sur des analyses approfondies de cas et sur la mise en œuvre du concept de scénario type d'accident. Un échantillon tiré aléatoirement de 374 cas d'accidents, représentatif de l'ensemble des accidents de piéton sur les réseaux de voirie de France, a ainsi été étudié à partir des rapports de police et de gendarmerie. 25 autres cas, issus de l'étude détaillée d'accidents (EDA) de l'INRETS à Salon de Provence, ont également été analysés. Une série de 20 scénarios types d'accidents de piéton, représentant environ 85 % des cas, a été élaborée et validée. Ce rapport présente en détail les scénarios types obtenus, et évoque des perspectives de prévention en référence à la littérature scientifique internationale. Quelques scénarios types plus rares sont également mentionnés.		
Mots clés Accident de la circulation routière, piéton, scénario type d'accident		
Nb de pages 207	Prix 15,24 €	Bibliographie Oui

Publication data form

UR (1st author) French National Institute for Transport and Safety Research, Department MA	Projet N° SEGUR	INRETS report N° 256
Title Accident prototypical scenarios involving pedestrians and elements for their prevention		
Subtitle		Language F
Author(s) Thierry Brenac, Claudine Nachtergaële, Hélène Reigner		Affiliation
Sponsor, co-editor, name and address		Contract, conv. N°
		Publication date December 2003
Notes		
Summary This research work deals with traffic injury accidents involving pedestrians. It is based on detailed case analyses and uses the concept of accident prototypical scenario. A randomly selected sample of 374 accidents, representative of the pedestrian injury accidents on the French networks, has been studied on the basis of police reports. 25 other cases have been analysed on the basis of detailed reports of the In-depth Accident Study carried out by INRETS at Salon de Provence. A series of 20 accident prototypical scenarios has been constructed and validated. They represent about 85 % of the accident cases. These scenarios are described in detail in this report, and prevention possibilities are discussed with reference to the international scientific literature. Some less frequent scenarios are also mentioned.		
Key words Road traffic accident, pedestrian, accident prototypical scenario		
Nb of pages 207	Price 15.24 €	Bibliography Yes

Table des matières

Note de synthèse	9
Introduction	11
Chapitre 1 : Aspects méthodologiques et relatifs aux données	15
La méthode d'analyse séquentielle de l'accident de la circulation routière	15
Le concept de scénario type d'accident de la circulation routière	16
La méthode d'élaboration des scénarios types	19
Les données	21
Précisions sur l'utilisation des différents échantillons de cas	22
Chapitre 2 : Présentation générale des résultats	25
La série de scénarios types obtenues	25
Examen de la portée des scénarios types obtenus : application à un échantillon représentatif complémentaire	28
Application à un échantillon de cas de l'Etude détaillée d'accidents	32
Comparaison avec quelques résultats antérieurs	32
Chapitre 3 : Présentation des scénarios types 1 à 5	39
Preliminaire	39
Scénario type 1	45
Scénario type 2	54
Scénario type 3	66
Scénario type 4	72
Scénario type 5	78
Chapitre 4 : Présentation des scénarios types 6 à 10	87
Scénario type 6	87
Scénario type 7	92
Scénario type 8	100
Scénario type 9	105
Scénario type 10	110
Chapitre 5 : Présentation des scénarios types 11 à 15	119
Scénario type 11	120
Scénario type 12	126
Scénario type 13	131
Scénario type 14	134
Scénario type 15	138

Chapitre 6. Présentation des scénarios types 16 à 20	143
Scénario type 16	143
Scénario type 17	149
Scénario type 18	151
Scénario type 19	154
Scénario type 20	156
Chapitre 7 : Quelques scénarios types complémentaires	159
Scénarios types complémentaires concernant en général des piétons traversant ou s'engageant (Scénarios types C1 à C5)	160
Scénarios types complémentaires concernant en général des piétons présents sur la chaussée (Scénarios types C6 à C9)	163
Autres scénarios types complémentaires (C10 et C11)	166
Chapitre 8 : Eléments pour l'application	169
L'intérêt de scénarios types déjà établis et documentés pour les études locales de sécurité	169
Récapitulatif des scénarios types	171
Conclusion	177
Annexes	179
Annexe 1 : Complément concernant l'estimation des enjeux associés aux scénarios types	181
Annexe 2 : Effets de la vitesse de circulation sur la gravité des blessures des piétons	183
Références bibliographiques	187

Table des illustrations

Tableau 1 : Liste des scénarios types (intitulés schématiques)	26
Tableau 2 : Recouvrement des cas d'accident de l'échantillon complémentaire par la série de scénarios types construits à partir de l'échantillon initial	29
Tableau 3 : Estimation de l'enjeu, en % de la population des accidents corporels de piéton recensés en France, associé à chaque scénario type	31
Tableau 4 : Classification d'accidents corporels de piéton dans treize villes américaines (d'après Snyder et Knoblauch, 1971)	34
Tableau 5 : Répartition de 103 cas d'accidents d'enfants piétons dans une taxonomie à quatre groupes (d'après Schofer <i>et al.</i> , 1995)	36
Tableau 6a : Récapitulatif de l'ensemble des scénarios types : intitulés schématiques et renvois aux pages correspondantes. A) Scénarios types concernant quasi exclusivement des piétons traversant ou s'engageant sur la chaussée	172
Tableau 6b : Récapitulatif de l'ensemble des scénarios types : intitulés schématiques et renvois aux pages correspondantes. B) Autres scénarios types	174
Tableau 7 : Effectifs de cas affectés aux différents scénarios types (issus de l'échantillon initial) dans l'échantillon initial, dans l'échantillon complémentaire, et dans l'échantillon total	182
Tableau 8 : Risque relatif de blessures graves, en cas de collision, chez les piétons de moins de 20 ans, en fonction de la vitesse de circulation du véhicule, d'après Pitt <i>et al.</i> (1990)	184
Figure 1 : Exemple de présentation simplifiée d'un scénario type	171

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont permis la réalisation de cette recherche, concernant notamment la constitution des données et l'accès à ces données. Nous sommes redevables en particulier à Yves Gourlet (INRETS-DERA), Jean-Emmanuel Michel (INRETS-MA), et aux équipes du département MA travaillant sur les enquêtes détaillées d'accidents. Nous remercions d'autre part Colette Decamme (ONISR) qui nous a aimablement transmis certaines données statistiques, ainsi que Michèle Bidal (INRETS, Centre Marseille-Salon) pour son appui constant lors des recherches documentaires. Notre reconnaissance va également aux rapporteurs, Sylvie Després et Guy Tamisier, qui ont bien voulu examiner ces travaux et nous faire part de leurs observations.

Note de synthèse

Ce rapport présente une investigation concernant les accidents corporels impliquant des piétons. L'objectif poursuivi est la mise en évidence des processus les plus fréquemment à l'œuvre dans la production de ces accidents, leur description sous forme de scénarios types d'accident, et la discussion de ces résultats, du point de vue des stratégies et moyens de prévention notamment.

La méthode de recherche utilisée repose sur des analyses qualitatives de cas. Quelques rappels méthodologiques, concernant les concepts et outils propres à ce type de recherche, sont d'abord exposés : modèle et méthode d'analyse des cas d'accidents, concept de scénario type d'accident de la circulation routière, méthode d'élaboration des scénarios types.

Le travail empirique porte principalement sur un ensemble de 374 cas d'accidents, représentatif des accidents corporels de piétons recensés en France par la police et la gendarmerie.

Un premier échantillon de 189 cas (« échantillon initial »), tirés au hasard dans cet ensemble de 374 cas, est d'abord traité : analyse systématique des cas, sur la base des procédures de police et de gendarmerie et en utilisant le modèle séquentiel de l'accident, mise en évidence et explicitation de scénarios types d'accidents. Une série de 20 scénarios types d'accident est ainsi obtenue.

Un deuxième échantillon indépendant (« échantillon complémentaire ») constitué des 185 cas restants, permet ensuite d'obtenir une estimation sans biais de la proportion des cas d'accidents relevant de ces scénarios types. Ultérieurement, pour les scénarios types les moins représentés, les cas correspondant dans l'échantillon complémentaire sont ajoutés à ceux de l'échantillon initial pour consolider la description de ces scénarios types.

Enfin, un échantillon indépendant de 25 cas, issus de l'Etude détaillée d'accidents (EDA) de l'INRETS à Salon de Provence, est ensuite également utilisé, en particulier pour examiner si la série de scénarios types conserve une pertinence lorsqu'elle est appliquée à des données plus locales, et par une personne indépendante ; ces cas permettent aussi de vérifier ou d'illustrer, en s'appuyant sur des dossiers d'accident plus complets et approfondis, certains des mécanismes mis en évidence dans les scénarios types précédemment élaborés.

Au-delà de la série initiale de 20 scénarios types ainsi obtenue, quelques scénarios types complémentaires, mineurs, ayant émergé de l'analyse de quelques cas de l'échantillon complémentaire ou de l'échantillon EDA

et/ou attestés dans des recherches antérieures, sont également brièvement mentionnés.

Après la description détaillée de chaque scénario type, une discussion portant en grande partie sur les possibilités de prévention correspondantes est présentée. Ces développements, bien entendu indicatifs et non exhaustifs, s'appuient sur de larges investigations dans la littérature scientifique en sécurité routière.

Les principaux résultats obtenus se présentent donc sous la forme suivante :

- Une série de 20 scénarios types précisément décrits et documentés, et représentant environ 85 % des cas d'accidents corporels de piétons recensés en France.
- Pour chacun de ces scénarios types, une discussion sur les stratégies et moyens de prévention, s'appuyant sur l'analyse de la littérature internationale.
- Une dizaine de scénarios types mineurs, brièvement décrits et assortis de quelques commentaires.

Enfin, dans un dernier chapitre, nous proposons quelques orientations concernant l'utilisation qui peut être faite des résultats présentés dans ce rapport. Nous montrons qu'un praticien – confronté à l'analyse de l'insécurité routière sur un territoire local – peut tirer profit de connaissances accumulées par ailleurs, telles que celles présentées dans ce document, en complément de sa propre expertise. Il lui est en effet possible, par un examen rapide des cas de son terrain d'étude, de comparer et d'apparenter une partie de ces cas à certains des scénarios types exposés dans le présent document, et donc de les rapprocher de phénomènes déjà décrits et pour lesquels des perspectives de prévention ont été proposées. Ce dernier chapitre contient également une présentation récapitulative des scénarios types obtenus, ou plutôt de leurs intitulés schématiques, avec pour chacun d'entre eux un renvoi à la page de sa description détaillée.

Introduction

Les accidents impliquant des piétons entraînent chaque année en France de l'ordre de 800 décès (778 piétons tués en 2001, 819 en 2002) et plus de 17 000 blessés¹.

La part des piétons parmi les victimes (ensemble des tués et blessés) des accidents corporels de la circulation routière sur l'ensemble des réseaux, urbains et non urbains, est relativement stable et elle est proche de 11 à 12 %² depuis plus d'une vingtaine d'années. Si l'on se restreint aux accidents survenus en agglomération, la part des piétons parmi les victimes est également stable, et vaut environ 17 %² depuis plus de vingt ans. Si l'on considère que la part de la marche à pied dans les déplacements est en nette régression (Orfeuill et Troulay, 1989 ; Papon, 1997 ; Orfeuill, 2001), on peut donc constater que le risque de blessures pour les piétons n'évolue pas aussi favorablement que pour les autres catégories d'usagers prises dans leur ensemble (sinon la part des piétons parmi l'ensemble des victimes serait aussi en régression).

Mais concernant les décès, il est à noter que la part des piétons parmi les tués de la circulation routière est en diminution, passant de 17 % en 1980 à un peu plus de 10 % en 2001 (un peu plus de 11 % en 2002). Cependant, cette évolution découle principalement de l'augmentation de la létalité moyenne des blessures pour les autres types d'accidents corporels³, observée pour les accidents non urbains sur l'ensemble de cette période, et en agglomération sur la période plus restreinte 1980-1990. Dans une moindre mesure cette évolution

¹ Ce chiffre est à considérer comme un minimum, compte tenu de la non-exhaustivité du recensement des blessés dans les fichiers nationaux d'accidents (Laumon et Martin, 2002 ; notons que cette non-exhaustivité est très générale et non propre à la France : cf. entre autres James, 1991 ; Hautzinger *et al.*, 1993 ; Rosman et Knuiman, 1994). Tous les chiffres cités ici ont pour source les publications de l'Observatoire national interministériel de sécurité routière, du Service d'études techniques des routes et autoroutes, du Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU) ou de la Direction de la circulation et de la sécurité routière.

² Ces chiffres sont à prendre avec précaution, pour les mêmes raisons, le biais de recensement variant suivant les types d'usagers impliqués (Laumon et Martin, 2002 ; Hautzinger *et al.*, 1993). Mais leur absence d'évolution dans le temps ne paraît pas devoir être mise en doute, aucun élément ne permettant de penser que le biais de recensement évolue sensiblement, et encore moins qu'il évolue dans le temps de façon notablement différente selon les types d'usagers impliqués.

³ Le ratio tués/100 victimes, pour les accidents sans piéton hors agglomération, est passé de 7,0 % à 9,3 % entre 1980 et 2001, soit une hausse de plus de 32 %. Cette évolution est peut être à relier à l'augmentation des vitesses sur cette période, surtout entre 1980 et 1991 (mais elle pourrait aussi en partie s'expliquer par des effets différenciés des améliorations de sécurité secondaire : par exemple, si à la suite d'une amélioration des conditions de choc, la proportion d'accidents corporels devenant non corporels est supérieure à la proportion d'accidents mortels devenant non mortels, les indicateurs de gravité peuvent apparaître en augmentation).

est aussi à relier à une légère diminution de la létalité moyenne des blessures faites aux piétons, observée seulement en milieu urbain et depuis 1991.

Les accidents impliquant des piétons se produisent majoritairement en milieu urbain : environ 94 % des piétons blessés le sont en agglomération (cette proportion est stable depuis plus d'une vingtaine d'années), et environ 64 %⁴ des piétons tués le sont en agglomération (cette proportion était un peu supérieure – 70 % – en 1980).

A l'échelle d'une agglomération, les accidents de piétons représentent d'ailleurs généralement un enjeu majeur (entre 20 et 30 % des décès par accident de la circulation dans les agglomérations de plus de 2 000 habitants, et jusqu'à environ un tiers des décès dans les très grandes agglomérations).

La prévention des accidents corporels de la circulation impliquant des piétons reste donc, malgré la régression de la marche à pied (dans l'absolu et par comparaison avec les autres modes de déplacement), un élément important d'une politique de réduction de l'insécurité routière.

La description quantitative des caractéristiques de ces accidents et des niveaux de risque est bien entendue importante de ce point de vue (voir par exemple à ce sujet O.N.I.S.R., 1996 ; Rannou *et al.*, 1996 ; Fontaine, Gourlet et Ziani, 1995 ; Engel, 1986 ; Ward *et al.*, 1994 ; Dimaggio et Durkin, 2002). Mais la mise au point de mesures préventives, ou visant l'intégration des préoccupations relatives à la sécurité des piétons dans la construction de l'action publique – notamment en matière de planification et d'aménagement – suppose également une compréhension des processus de production de ces collisions⁵.

Différents types de recherche peuvent contribuer à la compréhension de ces processus. Toutes ces recherches nécessitent de recourir fortement à l'expertise et aux connaissances du domaine de la sécurité. Les études relatives aux fonctionnements et comportements des systèmes à l'œuvre (piéton, ou conducteur-véhicule, à un niveau élémentaire) dans leur environnement, par des démarches expérimentales ou observationnelles, apportent une contribution importante (voir par exemple concernant les piétons : Cambon de Lavalette et Laya, 1986 ; Egberink *et al.*, 1986 ; Himanen et Kulmala, 1988 ; Laya, 1989 ; Austin et White, 1997 ; Wall, 2000 ; Theeuwes *et al.*, 2002). De telles études doivent cependant prendre en compte la complication des situations réelles, la complexité des systèmes, dont le fonctionnement met en jeu de multiples rétroactions, et les grandes capacités d'adaptation des opérateurs humains. Les études épidémiologiques de type « essai randomisé », difficiles à mettre en pratique, sont susceptibles de démontrer de façon relativement formelle des liens de causalité entre certaines conditions et la production d'accidents. Certaines études épidémiologiques observationnelles (méthodes de type

⁴ Moyenne des années 2001 et 2002.

⁵ Nous nous limitons dans ce rapport à la question de la genèse et de la prévention des collisions, sans entrer dans le sujet des mécanismes lésionnels et de la prévention des blessures en cas de choc.

« étude de cohorte » ou « étude cas-témoins », ou dérivées de ces schémas) peuvent également apporter une contribution dans ce domaine (voir par exemple Zegeer *et al.*, 2001 ; Sullivan et Flannagan, 2002 ; Wazana *et al.*, 2000), mais leur pertinence est plus fortement dépendante de l'expertise mobilisée.

Enfin, les recherches reposant sur la mise en évidence qualitative des processus et mécanismes par l'analyse fine de cas d'accidents révolus constituent une autre voie (concernant les piétons, on peut citer en particulier les travaux suivants : Snyder et Knoblauch, 1971 ; Christoffel *et al.*, 1991, 1996). Fortement dépendantes de l'expertise des analystes, et se situant souvent clairement dans un cadre qualitatif et interprétatif – ce qui ne signifie pas pour autant l'absence de bases conceptuelles et de formalisme dans l'analyse – de telles recherches s'inscrivent mal dans le paradigme de la preuve expérimentale, et sont de ce fait souvent moins bien considérées. Elles ont cependant montré leur pertinence du point de vue de l'action, puisque les analyses qualitatives de cas ont été à la base de démarches diagnostiques dont l'efficacité a été mesurée. Elles sont à considérer comme complémentaires des méthodes évoquées plus haut.

Le présent rapport rend compte d'une recherche de ce type, portant sur les accidents de piéton. Cette recherche se fonde sur près de 400 analyses de cas d'accidents, effectuées selon la méthode séquentielle d'analyse de l'accident (Fleury, 1985 ; Ferrandez *et al.*, 1995 ; Brenac, 1997), qui s'appuie notamment sur une segmentation temporelle du déroulement de l'accident et sur d'autres modèles tels qu'un modèle de l'opérateur humain comme système de traitement de l'information. Le passage de cette somme d'études de cas à des résultats de portée plus générale a nécessité de recourir au concept de scénario type d'accident, qui permet de rendre compte des aspects génériques du déroulement d'ensembles de cas présentant une similitude générale (à ce sujet, on peut se reporter entre autres aux références : Brenac et Fleury, 1999 ; Fleury et Brenac, 2001 ; Després, 1998 ; Brenac et Megherbi, 1996 ; Fleury *et al.*, 1990).

Ce rapport traite dans un premier chapitre des aspects méthodologiques et relatifs aux données utilisées.

Dans un deuxième chapitre, il présente de façon globale les différents scénarios types obtenus (sans les décrire en détail), puis l'examen de leur portée au moyen d'échantillons indépendants, et l'estimation des enjeux correspondants.

Les chapitres 3 à 6 sont consacrés à la description détaillée des scénarios types ; outre cette description, ils apportent pour chaque scénario type différentes informations sur l'ensemble de cas qui a servi à l'élaborer (facteurs accidentogènes, conditions d'occurrence, *etc.*), et mentionnent quelques réflexions sur les possibilités de prévention.

Un septième chapitre évoque un certain nombre de scénarios types complémentaires, plus rares (et que l'on a pu identifier dans un second temps, sur la base de la littérature antérieure et de cas isolés de l'échantillon principal,

éventuellement rapprochés de cas issus des échantillons indépendants d'évaluation).

Le huitième chapitre présente, à des fins opérationnelles, les possibilités d'utilisation des résultats obtenus et une présentation synoptique de l'ensemble des scénarios types, avec des renvois permettant de se reporter à leur description détaillée dans le corps du document.

La conclusion reprend les principaux enseignements de cette recherche.

Chapitre 1

Aspects méthodologiques et relatifs aux données

La démarche générale de cette recherche a consisté à analyser des cas d'accidents issus d'un échantillon représentatif de l'ensemble des accidents de piétons recensés en France, à constituer sur cette base une série de scénarios types d'accidents, à examiner la pertinence et la portée des scénarios obtenus au moyen d'échantillons indépendants, à décrire et documenter en détail les scénarios obtenus, et à discuter les résultats en référence à la littérature antérieure et en évoquant quelques perspectives relatives à la prévention. Nous exposons dans ce chapitre un certain nombre de points de méthode et d'informations relatives aux données utilisées pour mettre en œuvre cette démarche. Nous abordons successivement : la méthode d'analyse des cas d'accidents, le concept de scénario type d'accident de la circulation routière, la méthode d'élaboration des scénarios types, les différents échantillons de données utilisés et l'utilisation qui en a été faite pour les différentes phases de la recherche.

La méthode d'analyse séquentielle de l'accident de la circulation routière

Nous ne reviendrons pas ici en détail sur cette méthode d'analyse de cas d'accident, qui a été décrite dans diverses autres publications (voir en particulier Brenac, 1997). Mais nous rappelons simplement quelques justifications et principes généraux de cette méthode, issus de la référence : Brenac et Fleury, 1999.

Les recherches conduites sur les phénomènes d'accidents, notamment dans le cadre d'investigations en profondeur, ont montré leur complexité, leur caractère dynamique et l'importance de la dimension temporelle dans la genèse des collisions. Elles ont conduit à structurer l'analyse des accidents en distinguant plusieurs phases dans leur déroulement, et en particulier plusieurs phases à l'intérieur de la période pré-collision (Baker, 1960 ; O.C.D.E., 1984). Ces modèles séquentiels d'analyse de l'accident relèvent d'une approche conceptuelle de l'accident de type « approche système multi-causale dynamique » (O.C.D.E., 1984). Les réflexions théoriques plus générales sur les stratégies de prévention des blessures et accidents, qui montrent la multiplicité des niveaux possibles de l'action préventive, conduisent également à introduire une segmentation temporelle dans l'analyse des accidents (Andersson et Menckel, 1995 ; Haddon, 1980).

La méthode d'analyse séquentielle de l'accident que nous utilisons (Fleury, 1985 ; Ferrandez *et al.*, 1986 ; Ferrandez *et al.*, 1995 ; Brenac, 1997) a été élaborée pour les investigations en profondeur, mais a été également adaptée à l'étude des rapports de police (procès-verbaux) et au contexte des diagnostics de sécurité. Elle privilégie la prévention de la collision, et donc porte principalement sur la période pré-collision. Elle repose sur une segmentation du déroulement factuel de l'accident en plusieurs phases :

- la situation précédant la conduite, qui rend compte des conditions générales du déplacement et de l'activité du conducteur avant le début du trajet ; cette première phase n'est pas toujours distinguée de la suivante lorsque les données ne comportent pas suffisamment d'informations ;
- la situation de conduite, où sont décrits les conditions et l'activité de conduite sur l'itinéraire et la section de route précédant le lieu de l'accident ;
- la situation d'accident ou de rupture : pratiquement instantanée, caractérisée par un événement (par exemple, une manœuvre en intersection) ou des conditions cinématiques (par exemple, un niveau de vitesse élevé à une faible distance d'un virage difficile) marquant le basculement dans une situation critique (la situation d'urgence, décrite ci-dessous) ;
- la situation d'urgence, où seules des manœuvres extrêmes pourraient encore, dans certains cas, éviter le choc ;
- la situation de choc, qui comporte le choc lui-même et ses suites.

Dans un premier temps, les différents faits ou événements sont situés et décrits dans les différentes phases. Ce travail comporte bien entendu une part d'interprétation, en particulier lorsque les données considérées (rapports de police, par exemple) sont limitées.

L'investigation porte ensuite, pour chaque phase, sur les processus fonctionnels et les facteurs de causalité (facteurs accidentogènes) qui ont déterminé ces faits ou événements. Ce travail s'appuie sur différents fondements théoriques (et notamment sur un modèle de l'opérateur humain comme système de traitement de l'information).

Le concept de scénario type d'accident de la circulation routière

Ce concept, sa genèse, ses justifications théoriques, son utilité dans le domaine de la recherche et des études diagnostiques en matière de sécurité routière, ont été exposés plus en détail dans des publications récentes (Fleury et Brenac, 2001 ; Brenac et Fleury, 1999) auxquelles nous renvoyons le lecteur désireux d'approfondir ces questions au-delà des quelques développements présentés ci-dessous.

La notion de scénario – au sens d'un modèle ou prototype d'accident – est utilisée depuis longtemps dans différents domaines de la prévention des risques. En particulier, elle a été utilisée pour la prévention des risques d'accidents majeurs,

à faible probabilité de réalisation et à haut niveau de dommages, touchant par exemple de grands systèmes industriels (usines chimiques, centrales nucléaires, sites industriels, voir par exemple Di Marzo *et al.*, 1995 ; Bittermann *et al.*, 2001 ; Khan, 2001 ; Cicioni *et al.*, 1994). Dans de tels cas, la rareté des accidents passés conduit généralement à établir ces scénarios comme des modèles *a priori* d'accidents possibles, principalement déduits de la modélisation du fonctionnement des systèmes concernés, au moyen de l'analyse des défaillances possibles, des conditions de leur genèse, de leur combinaison, de la propagation de leurs effets, *etc.*, même si la connaissance des accidents et incidents passés y joue également un rôle. Cette notion, qui permet de décrire en détail des processus et mécanismes de production d'accidents, a montré son utilité, en particulier pour l'amélioration de la conception des systèmes et la mise au point de dispositifs préventifs destinés à interrompre les chaînes causales conduisant à des conséquences dommageables ou catastrophiques. Ce type de démarche permet ensuite, dans le cas de systèmes dont le fonctionnement peut être précisément modélisé et lorsque la fiabilité des composants peut être estimée, de quantifier la probabilité d'occurrence d'un accident correspondant au scénario identifié, et de mettre en balance les réductions de risque attendues et le coût des mesures préventives. Il est généralement reconnu (voir par exemple Taylor, 1994) que les principales limites de ce type de démarche ne résident pas dans les approximations de la quantification des risques, mais plutôt dans l'incomplétude de l'ensemble des scénarios envisagés, dans la mesure où certaines sources de danger, certaines combinaisons de conditions, certaines boucles de rétroaction, *etc.*, n'ont pas été identifiées dans la modélisation du système ou des scénarios.

C'est une des raisons pour lesquelles, dans le domaine des risques à forte probabilité de réalisation, comme les accidents de la circulation routière, la construction de scénarios d'accidents gagne à être construite principalement sur l'analyse des cas déjà réalisés, très nombreux (par exemple, 116 745 accidents corporels de la circulation, dont 16 947 impliquant des piétons, ont été recensés par la police et la gendarmerie en France en 2001). En effet, du fait de leur nombre, ceux-ci constituent une base plus sûre, pour rendre compte de la diversité des situations réelles susceptibles de conduire à des collisions, que les seules compétences des spécialistes de la sécurité⁶. D'autant que, dans le cas de la sécurité primaire en matière de conduite automobile, si les modèles conceptuels de l'opérateur humain peuvent guider les analyses (Rasmussen, 1974 ; Leplat, 1985 ; Neboit, 1977 ; Lindsay et Norman, 1972), il est extrêmement difficile de construire une modélisation suffisamment complète et formelle du fonctionnement des systèmes, qui puisse servir de base à l'exploration

⁶ Il existe fort peu d'études qui permettent de comparer de façon relativement formelle les performances de démarches expertes n'utilisant pas les données d'accident et de démarches fondées sur l'examen des accidents. On peut cependant mentionner l'étude d'Allenbach *et al.* (1996), dont les résultats tendent à montrer que, dans l'identification de points ou de sections susceptibles de produire des accidents de la circulation sur un axe routier, la seule expertise de « psychologues du trafic » et/ou d'ingénieurs routiers reste moins performante que l'examen des accidents sur une période indépendante de la période de référence.

systématique et *a priori* de scénarios possibles de dysfonctionnement. Cela tient en particulier à la complexité et à la faible structuration de la tâche de conduite automobile (Saad, 1975, 1986), à la diversité, à la richesse et à la complication des situations auxquelles sont confrontés les conducteurs et autres usagers.

Le scénario d'accident est alors, dans le domaine de la sécurité routière, un scénario établi *a posteriori*, rendant compte d'un ensemble de cas d'accidents réalisés et jugés similaires dans leur déroulement⁷.

Le concept de *scénario type d'accident de la circulation routière* que nous avons développé (Brenac et Fleury, 1999) peut être défini comme *un déroulement prototypique* (prototype de déroulement) *correspondant à un groupe d'accidents présentant des similitudes d'ensemble du point de vue de l'enchaînement des faits et des relations de causalité, dans les différentes phases conduisant à la collision.*

Ce concept repose sur trois fondements : (i) la notion plus large de *scénario* utilisée dans différents domaines de la prévention des risques, au sens d'une histoire, d'un modèle d'accident rendant compte d'enchaînements d'évènements, de relations causales et de processus, (ii) le principe de l'élaboration *a posteriori* des scénarios à partir d'analyses de cas, et (iii) la notion de *prototypie* : le scénario type est considéré comme un prototype de déroulement d'accident, ce que nous allons expliciter plus loin.

Nous avons montré ailleurs (Fleury et Brenac, 2001) que, lorsqu'il s'agit d'appréhender de façon relativement large les possibilités de mesures préventives, la notion de scénario – parce qu'elle permet de prendre en compte la nature dynamique du déroulement des accidents et de mettre en discussion la conception même des systèmes et non simplement leurs anomalies – est une base plus pertinente pour la prévention que la seule identification de facteurs de causalité.

L'intérêt d'établir les scénarios *a posteriori* dans le domaine des risques à forte probabilité de réalisation, et en particulier dans le domaine de l'insécurité routière, a déjà été justifié plus haut.

Considérer le scénario type comme un prototype de déroulement signifie que nous considérons le scénario type comme une abstraction, une représentation résumant pour l'action un ensemble de cas présentant une ressemblance globale, un air de famille. Les cas présentent une plus ou moins grande proximité avec le prototype, il n'y a pas identité entre cas et prototype. L'appartenance d'un cas à la famille est liée à un certain degré de ressemblance globale entre son déroulement et le déroulement des autres cas, dont le prototype donne une représentation ; elle n'est pas liée à la vérification d'un certain nombre de conditions nécessaires et suffisantes auxquelles répondraient tous les cas, à des critères pour lesquels tous les cas seraient identiques. Nous nous référons ici au concept de prototype issu de la psychologie cognitive (Rosch, 1973, 1978 ; Dubois, 1991).

⁷ Le terme de déroulement ne renvoie pas simplement ici à l'aspect purement événementiel ou factuel (parties observables de l'activité, trajets, mouvements, manœuvres, collisions, etc.) mais peut inclure des aspects fonctionnels (par exemple une compréhension erronée de la situation) ou causaux (un objet masquant la visibilité entraînant une détection tardive, par exemple).

L'intérêt du recours au concept de prototype réside notamment dans le fait qu'il permet d'obtenir un nombre raisonnable de scénarios types – correspondant à des ensembles de cas présentant une ressemblance globale du point de vue des phénomènes et donc du point de vue des moyens qui auraient été susceptibles de les prévenir – mais qui constituent une base pour des réflexions suffisamment étendues sur les possibilités de prévention.

Une autre voie consisterait à constituer des groupes d'accidents homogènes sur la base de conditions nécessaires et suffisantes, selon une démarche analytique plus traditionnelle dans le domaine des sciences descriptives et de l'ingénierie. Mais dans ce cas les réflexions possibles sur les moyens de prévention sont fortement délimitées par les critères choisis (sauf à prendre en compte un nombre très élevé de conditions ou de critères qui aboutirait à un morcellement extrême de l'échantillon qui ne permettrait plus de tirer des conclusions sur les groupes ainsi constitués). La constitution de telles typologies d'accidents reste pertinente lorsqu'il s'agit d'étudier les phénomènes concernant un aspect particulier (voir par exemple Wills *et al.*, 1997), où lorsque l'on s'intéresse à une question de prévention déjà précisément délimitée, pour laquelle des critères d'agrégation adaptés pourront être définis. Mais, s'il s'agit de constituer des connaissances permettant d'appréhender de manière étendue les possibilités de prévention, comme dans la présente recherche, l'utilisation du concept de prototype demeure préférable.

La méthode d'élaboration des scénarios types

La méthode que nous utilisons comporte trois étapes :

- l'analyse des cas,
- le regroupement des cas jugés similaires,
- l'explicitation du prototype de déroulement correspondant à ces cas.

Concernant la première étape, la méthode d'analyse des cas d'accidents que nous utilisons a été évoquée dans le premier paragraphe de ce chapitre. D'un point de vue pratique, les résultats de cette étape se présentent sous forme de fiches d'analyse de cas, décrivant principalement, sous une forme textuelle structurée selon les différentes phases du modèle d'analyse séquentielle, le déroulement de l'accident. Accessoirement, ces fiches, d'une page chacune, comportent quelques informations descriptives complémentaires, un schéma rapide du cas, quelques « facteurs accidentogènes » identifiés (voir à ce sujet : Brenac, 1997).

La deuxième étape est celle du regroupement des cas. Il est effectué sur la base d'une comparaison entre cas et d'un jugement global de similarité, reposant sur la notion de prototypie et d'« air de famille ». Concrètement, dans la comparaison de deux cas, il s'agit de répondre à la question suivante : ces deux histoires d'accident (chacune prise dans son ensemble, dans toute son étendue temporelle) ont-elles un même « air de famille », une parenté ? Les cas sont pris successivement, dans un ordre aléatoire ; les premières comparaisons s'effectuent entre des cas ; lorsque

des premiers groupements de cas apparaissent, chaque nouveau cas est ensuite comparé aux groupes déjà constitués, et aux cas restant encore isolés à ce stade.

Il faut insister ici sur le fait que le jugement de similarité repose sur un fondement *holistique*, au sens où deux cas sont jugés similaires sur la base d'une ressemblance d'ensemble, et non relative à tel ou tel critère ou combinaison de critères. Cela peut être comparé à la façon dont nous jugeons de la ressemblance entre deux visages : nous nous faisons immédiatement une opinion sur la base de l'apparence *globale* de chacun des deux visages, et non pas par un examen systématique et analytique des différents traits et parties du visage (regard, nez, menton, etc.) – même si *a posteriori* nous pouvons tenter de détailler et d'identifier des traits communs⁸.

Notons que le fondement du jugement de similarité et du regroupement des cas est d'autre part *qualitatif* au sens où l'interprétation et l'expertise y jouent un rôle important. Le regroupement n'a pas de base formelle ou quantitative : il n'y a pas de codage des cas (le déroulement du cas n'est pas décrit sous forme de variables, mais sous forme textuelle), et le regroupement ne s'appuie pas sur des méthodes d'agrégation automatisées ou semi-automatisées telles que la classification hiérarchique, ou les méthodes de nuées dynamiques par exemple. Nous avons exposé ailleurs les raisons qui nous font pour l'instant préférer une démarche inductive et qualitative à de telles méthodes⁹. On pourrait craindre

⁸ Nous avons justifié plus haut l'intérêt de s'appuyer sur une notion de ressemblance globale plutôt que sur une identité du point de vue de quelques critères. Des arguments similaires suggèrent que cette ressemblance globale doit être appréciée globalement (holistique pure) et non de façon décomposée. On pourrait imaginer de se prononcer par exemple sur des ressemblances au niveau de chaque phase de l'accident, puis de les combiner, de les composer pour porter un jugement de ressemblance globale ; mais alors, comment justifier telle ou telle décomposition, comment définir une pondération permettant de recomposer une ressemblance globale ? Une telle décomposition introduirait alors une rigidité et de l'arbitraire (ou impliquerait une délimitation plus étroite des questions d'intérêt, du point de vue de l'analyse des phénomènes ou des possibilités de prévention), sans pour autant limiter le recours à l'expertise.

⁹ « [...] Plus fondamentalement, un codage pertinent des cas d'accident, nécessaire en préalable à une classification automatique, est très difficile à élaborer *a priori* : les variables codées doivent être sous une forme suffisamment générique pour pouvoir faire émerger les proximités entre cas (par exemple, « enfant courant après son ballon » et « enfant souhaitant rejoindre sa mère de l'autre côté de la rue » sont des formulations trop spécifiques), mais l'identification et la formulation des formes génériques (par exemple « personne, objet ou but focalisant l'attention d'un jeune piéton ») nécessiterait une comparaison qualitative préalable des cas. Ou sinon il serait nécessaire de disposer d'un modèle *a priori* de l'accident particulièrement complet, qui soit capable de rendre compte de la complexité, de la richesse et de la diversité des cas concernant tous les aspects du déroulement de l'accident. A notre connaissance, aucun modèle qui puisse remplir réellement ces conditions n'est actuellement disponible. C'est pourquoi il semble nécessaire, pour l'instant, de maintenir la méthode inductive et qualitative de regroupement des cas. [...] » (traduit de : Fleury et Brenac, 2001 ; p. 273). On peut bien sûr tenter d'établir des codages sur une base moins rigide, par exemple au moyen d'une analyse lexicale précédant la démarche de classification automatique : le codage respecte alors davantage la forme textuelle sous laquelle se présente les analyses des déroulements des cas. Une recherche utilisant ce type de méthode (Aït-Hamlat et Brenac, 1988) a suggéré cependant que les résultats de telles analyses restent fragiles et difficiles à interpréter, l'identification de régularités et de proximités lexicales, sur un matériel textuel où l'implicite tient une grande place, ne suffisant pas à garantir la similitude des cas sur le plan évènementiel, fonctionnel et causal.

qu'une telle démarche ne produise de ce fait des résultats très dépendants de l'opérateur. Cependant les quelques comparaisons que nous avons pu faire ont montré une bonne concordance entre les regroupements effectués indépendamment par différents opérateurs (à ce sujet, *cf.* Fleury et Brenac, 2001).

Enfin, la dernière étape est celle de l'explicitation du scénario type ou prototype de déroulement. A l'issue de la deuxième étape, on dispose de plusieurs groupes de cas (et de cas demeurant isolés). Pour chaque groupe, on peut alors entreprendre de conforter la représentation prototypique déjà présente en mémoire, par un examen comparé et approfondi des cas permettant de repérer les traits qui résument le mieux ou rendent le mieux compte des déroulements des accidents du groupe. Il ne s'agit que rarement de traits communs à tous les cas : généralement un trait est partagé par une grande partie des cas du groupe, mais d'autres en sont exempts. Il est alors possible de décrire un déroulement prototypique qui représente au mieux l'ensemble des cas du groupe, et qui constitue une formulation explicite du scénario type.

Les données

Un ensemble de 374 procédures d'accident, représentatif des procédures d'accident corporel impliquant au moins un piéton établies en France au cours de l'année 1995, a d'abord été utilisé.

Cet ensemble est extrait du recueil réalisé par l'INRETS-DERA (Département évaluation et recherche en accidentologie) en liaison avec l'association TransPV, sur la base d'un tirage au cinquième parmi la totalité des procédures d'accidents corporels de la circulation (de tous types) établies en France.

La formulation « Procédure d'accident corporel » est à entendre ici au sens de l'ensemble des procès-verbaux relatifs à un même accident, et de leurs annexes, établis par la police ou la gendarmerie (procès-verbal de transport, des constatations et mesures prises, procès-verbaux d'audition des impliqués et témoins, fiches de renseignements annexes, schéma de l'accident, certificats médicaux relatifs aux blessures, éventuellement autres pièces annexes telles que photographies, avis d'expert, *etc.*). Bien entendu, des précautions sont nécessaires dans l'analyse de telles données – qui sont constituées dans le but de faciliter la détermination d'éventuelles sanctions ou réparations – lorsqu'on les utilise pour des études ou des recherches orientées, elles, vers la prévention (voir à ce sujet Brenac, 1997).

Compte tenu de la façon dont il a été constitué, cet ensemble de 374 cas est donc représentatif des cas d'accidents corporels de piéton survenus en France et donnant lieu à des procédures de police ou de gendarmerie. Il ne peut pas cependant représenter la totalité des accidents corporels de piéton, puisqu'il a été montré, par des comparaisons avec des sources médicales, que les données de police et de gendarmerie omettent une partie non négligeable des cas d'accidents corporels, en particulier lorsque les blessures sont légères (Laumon

et Martin, 2002). Concernant les accidents de piétons, on peut estimer, à partir des travaux de ces auteurs portant sur le département du Rhône, que le pourcentage des piétons victimes recensées dans ces données¹⁰ dépasse 73 % pour les blessés dont la blessure la plus grave est d'un niveau *M.A.I.S.* 2 ou davantage, mais est seulement de 40 % pour ceux dont les blessures sont du niveau *M.A.I.S.* 1 (contusion simple).

L'ensemble de 374 cas a été scindé de façon aléatoire en deux échantillons pour les besoins de l'étude : un échantillon dit « initial » de 189 cas et un échantillon dit « complémentaire » de 185 cas. L'utilisation qui a été faite de ces deux échantillons est décrite au paragraphe suivant.

En outre, un échantillon de 25 cas issus de l'Etude détaillée d'accidents (EDA) de l'INRETS Salon de Provence a également été utilisé. Chacun des dossiers de l'EDA, particulièrement détaillé, est établi par des équipes pluridisciplinaire de techniciens et de psychologues qui procèdent à des investigations juste après les faits, sur la scène de l'accident, et les complètent par d'autres investigations dans les jours suivants (cf. Ferrandez *et al.*, 1995). Ces dossiers s'appuient en particulier sur des entretiens approfondis réalisés avec les impliqués et témoins, dans un contexte clairement dégagé de toute connotation judiciaire ou contentieuse. Ces entretiens sont réalisés immédiatement, sur les lieux ou à l'hôpital ; un second entretien est aussi réalisé dans les jours suivants, pour chacun des protagonistes. Cet échantillon de 25 cas, survenus à Salon de Provence, dans les communes voisines ou à Aix en Provence, n'a pas de prétention à représenter une population de cas plus étendue. L'emploi qui a été fait de cet échantillon est exposé au paragraphe suivant.

Précisions sur l'utilisation des différents échantillons de cas

L'échantillon de 374 procédures d'accident a donc été scindé en deux de façon aléatoire, pour constituer un échantillon dit initial de 189 cas, et un échantillon dit complémentaire de 185 cas.

L'échantillon initial (189 cas) a servi à élaborer la série de scénarios types.

L'échantillon complémentaire (185 cas) a été utilisé pour évaluer la portée des scénarios types obtenus, et en particulier l'enjeu global associé à cette série de scénarios types, et l'enjeu correspondant à chacun d'entre eux. Chaque cas de ce second échantillon a été analysé, et son apparentement éventuel avec l'un des scénarios types de la série établie précédemment a été examiné. Un enjeu a ainsi pu être associé à chaque scénario type, en termes de pourcentage de cas relevant du scénario type dans la population des accidents impliquant des

¹⁰ Parmi l'ensemble des piétons victimes d'accidents de la circulation identifiées par des sources médicales.

piétons recensés par les forces de l'ordre. Cette procédure a permis d'éliminer un biais « optimiste » qui aurait résulté de l'utilisation du même échantillon à la fois pour construire les scénarios types et examiner leur portée, leur faculté à représenter une population plus large de cas.

Ultérieurement, pour chacun des scénarios types les moins représentés de la série obtenue (moins de dix cas dans l'échantillon initial), la description du scénario type a été rendue plus robuste en ajoutant aux cas de l'échantillon initial qui ont servi à l'élaborer, les cas correspondants de l'échantillon complémentaire.

D'autre part, l'échantillon de 25 cas de l'Etude détaillée d'accidents de l'INRETS à Salon de Provence, dit « Echantillon EDA », a été utilisé, d'abord pour examiner si la série de scénarios types conservait une pertinence lorsqu'elle était appliquée à des données plus locales, plus récentes (les 25 cas s'échelonnent entre 1995 et 2002), et par un opérateur indépendant ; l'analyse et l'affectation de ces cas aux scénarios ont été en effet réalisées par une personne n'ayant aucunement contribué à l'analyse des cas des autres échantillons ni à l'élaboration des scénarios types. Et ensuite pour illustrer, au moyen de cas analysés sur des bases plus complètes et approfondies, certains des scénarios types obtenus ou des mécanismes mis en évidence.

Enfin, dans le septième chapitre, où sont évoqués un certain nombre de scénarios types mineurs n'ayant pas été mis en évidence dans la série initiale, certains cas de l'échantillon complémentaire et de l'échantillon EDA ont pu être mentionnés à l'appui de ces scénarios types mineurs, parfois en relation avec des cas restés isolés dans l'échantillon initial et/ou en référence à la littérature antérieure.

Chapitre 2

Présentation générale des résultats

Ce chapitre présente de façon globale et schématique la série de scénarios types obtenue à partir de l'échantillon initial, de façon à en donner une vue d'ensemble (chacun d'entre eux faisant l'objet d'une description détaillée et d'une discussion dans le chapitre suivant). Il rend compte également de la confrontation de cette série de scénarios types à des échantillons de cas indépendants, qui a permis de mieux évaluer sa portée, sa capacité à représenter une population de cas plus large ou à s'appliquer à d'autres données.

La série de scénarios types obtenue

L'analyse des 189 cas d'accidents de l'échantillon initial, puis le travail de regroupement de ces cas et d'élaboration des déroulements prototypiques correspondant à ces groupes de cas ont conduit à une série de 20 scénarios types.

Sur ces 189 cas, 144 ont été regroupés et ont servi à la constitution des scénarios types, 14 sont restés isolés, et 31 ont été considérés comme non analysables ou indéterminés.

Les cas isolés correspondent à des accidents dont le déroulement est particulier, résultant de circonstances rares, et tel qu'aucun autre cas n'a pu en être rapproché. On peut citer le cas par exemple d'un piéton entreprenant de traverser entre deux véhicules qui se suivent en roulant au pas, l'un tractant l'autre, et tournant à droite dans une intersection ; le piéton, n'apercevant pas la barre de traction, la heurte, chute, s'y agrippe et est traîné sur plusieurs mètres. Ces cas peuvent être éventuellement considérés comme des cas uniques, des « monstres » au sens étymologique, qui ne se répèteront pas. Mais on peut aussi considérer qu'ils correspondent à des scénarios types très rarement réalisés, représentés par un seul individu dans l'échantillon d'étude, mais qui auraient pu être mis en évidence dans un échantillon de cas plus étendu. Quoi qu'il en soit, ils ne sont pas pris en compte dans la série de scénarios types, ce qui n'est pas très gênant dans la mesure où, s'ils ne représentent pas nécessairement des cas uniques, ils ne correspondent tout au plus qu'à des scénarios types possibles mais dont l'enjeu est faible du point de vue des phénomènes et de la prévention.

Les cas non analysables ou indéterminés correspondent à des accidents pour lesquels la procédure contient trop peu d'information pour que l'on puisse parvenir à une compréhension réelle du cas, ou du moins à une compréhension

suffisamment étendue pour qu'il soit possible de se prononcer sur la parenté de l'accident considéré avec d'autres cas ou avec des scénarios types.

Nous présentons ci-dessous (tableau 1) la liste des intitulés schématiques des scénarios types. Notons que l'intitulé schématique ne suffit pas à rendre compte du scénario et n'est pas non plus destiné à le résumer ; il reprend un ou deux traits importants du scénario type pour permettre de se le remémorer. La vue d'ensemble que permet cette énumération reste donc superficielle tant que le lecteur n'a pas pris connaissance également des descriptions détaillées faites dans les chapitres suivants.

Tableau 1 : Liste des scénarios

Scénarios types concernant quasi-exclusivement des piétons traversant ou s'engageant sur la chaussée	Influence déterminante d'une obstruction à la visibilité ou de conditions de visibilité défavorables
	Autres conditions (généralement avec problème de prise d'information, de captation de l'attention, d'attentes, d'anticipation, etc.
Scénarios types concernant généralement des piétons présents sur la chaussée, statiques ou se déplaçant (longeant la chaussée, ou manœuvres diverses), ou des piétons sortant d'un véhicule	
Scénarios types avec absence d'interférence <i>a priori</i> entre piéton et véhicule	
Contextes particuliers	

Notons également que la numérotation et l'organisation en différentes familles de cet ensemble de scénarios types n'ont été réalisées qu'*a posteriori*, c'est-à-dire qu'après que les agrégations de cas et l'élaboration des scénarios types ont été achevées. D'autres regroupements en familles de ces différents scénarios types auraient pu être retenus. Cet ordre et cette organisation d'apparence hiérarchique sont donc à prendre comme une commodité de présentation, et non comme l'ébauche d'un système.

Il est à noter qu'une liste des scénarios types, plus opératoire, tenant compte de quelques compléments et renvoyant pour chaque scénario type aux pages correspondant à sa description détaillée, est exposée au chapitre 8.

types (intitulés schématiques).

1. Piéton traversant (souvent adulte, adolescent), initialement masqué souvent par véhicule stationné ou arrêté.
2. Piéton traversant en courant (souvent enfant, attention focalisée), initialement masqué, souvent par véhicule stationné.
3. Piéton traversant dans circulation dense, masqué par file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité.
4. Piéton traversant devant un véhicule arrêté pour le laisser passer, généralement sur passage piéton.
5. Piéton traversant une voie importante, en général nuit ou pluie, piéton souvent alcoolisé, détecté trop tard.
6. Piéton détecté, engage une traversée sans prise d'information, surprenant le conducteur.
7. Jeune piéton détecté (souvent avec d'autres, attention captée), s'engage en courant ou soudainement, surprenant le conducteur.
8. Conducteur tournant puis heurtant en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté.
9. Piéton traversant en confiance sur un passage piéton une infrastructure large ou rapide, détection trop tardive ou anticipation erronée de la part du conducteur.
10. Conducteur franchissant un feu rouge/orange, heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard.
11. Piéton présent sur la chaussée (statique, la longeant, y divaguant), de nuit, hors agglomération ou en petite agglomération, détecté trop tard.
12. Piéton présent près d'un véhicule en panne ou accidenté, de nuit, hors agglomération, non vu ou trop tard.
13. Piéton sur chaussée, souvent en discussion, souvent se recule / se retourne, surprenant le conducteur (ou n'est pas vu).
14. Piéton sortant ou juste sorti d'un véhicule stationné, détecté tardivement ou surprenant le conducteur.
15. Véhicule en marche arrière, choc sur piéton non détecté par l'arrière du véhicule.
16. Véhicule en perte de contrôle, heurte un piéton hors chaussée, ou projette sur lui un véhicule stationné.
17. Élément d'un véhicule (lourd), ou de son chargement, se détachant ou se déployant et heurtant un piéton.
18. Interaction entre deux véhicules, entraînant une manœuvre d'ajustement puis un choc sur piéton.
19. Deux-roues circulant sur un trottoir ou une voie interdite à la circulation, heurtant un piéton.
20. Querelle ou rapport conflictuel entre piéton et automobiliste.

Le premier groupe de scénarios types (scénarios types 1 à 5), où dominent les problèmes d'obstruction à la visibilité sur des piétons traversant, rassemble 54 cas sur l'ensemble des cas analysables (158 cas : 144 cas relevant des scénarios types et 14 cas isolés) de cet échantillon initial, soit environ 34 %.

Le deuxième groupe rassemble les scénarios types 6 à 10, correspondant à d'autres situations de traversée de chaussée où la détectabilité du piéton n'est généralement pas en jeu. Le piéton qui traverse peut ne pas être perçu (bien que détectable) du fait d'une situation mobilisant l'attention du conducteur sur d'autres aspects de l'environnement ou d'un déficit d'attentes, ou bien alors il est perçu mais sa manœuvre n'est pas anticipée par le conducteur, qui ne s'attend pas à ce que le piéton engage ou poursuive sa traversée. Ces scénarios types regroupent environ 30 % des cas analysables de l'échantillon initial.

Le troisième groupe rassemble des scénarios types où le piéton est présent sur l'espace de circulation mais ne traverse généralement pas (scénarios types 11 à 15). Il est moins représenté puisqu'il correspond à environ 16 % des cas analysables de l'échantillon initial. Les scénarios types 11 et 12 comportent de nombreux cas survenant hors milieu urbain et dans de mauvaises conditions de visibilité liées à la nuit.

Le quatrième groupe correspond à des scénarios types dans lesquels le piéton est généralement hors chaussée, sur le trottoir ou l'accotement, et n'est pas susceptible *a priori* d'entrer en interaction avec un véhicule (scénarios types 16 à 18). Il est cependant heurté, soit par un véhicule en perte de contrôle ou en manœuvre d'évitement, soit par un élément du véhicule ou de son chargement se déployant ou débordant hors de la chaussée. Il ne s'agit pas là de cas marginaux puisque 8 % des accidents de l'échantillon initial relèvent de ce groupe.

Le cinquième groupe (scénarios types 19 et 20), correspond à des contextes particuliers, plus rares : querelle ou relation conflictuelle entre piéton et automobiliste, ou circulation d'un deux-roues sur un trottoir ou un espace interdit à la circulation. Ces deux scénarios types représentent au total environ 3 % des cas de l'échantillon initial.

Examen de la portée des scénarios types obtenus : application à un échantillon représentatif complémentaire

Il s'agit notamment ici d'examiner si la série de scénarios types obtenue est apte à rendre compte d'une proportion importante des cas d'accidents corporels de piétons recensés en France. Répondre à cette question sur la seule base des effectifs de cas rattachés aux scénarios types dans l'échantillon initial, qui a servi à élaborer ces scénarios types, aurait été entaché d'un biais optimiste, conduisant à surévaluer cette proportion.

C'est pourquoi nous avons procédé dans un deuxième temps à l'analyse des 185 cas d'un échantillon complémentaire indépendant, également représentatif des accidents corporels de piétons recensés en France en 1995, puis à l'examen de leur éventuel appariement avec tel ou tel des scénarios types établis à partir de l'échantillon initial.

Le tableau 2 ci-dessous rend compte du résultat global de cette démarche.

Tableau 2. Recouvrement des cas d'accidents de l'échantillon complémentaire par la série de scénarios types construits à partir de l'échantillon initial.

Echantillon initial		Echantillon complémentaire	
Cas de l'échantillon initial regroupés au sein des scénarios types	144	133	Cas de l'échantillon complémentaire affectés à l'un des scénarios types issus de l'échantillon initial
Cas isolés	14	24	Cas de l'échantillon complémentaire non affectables à l'un des scénarios types issus de l'échantillon initial
Cas non analysables (indéterminés)	31	28	Cas non analysables (indéterminés)
Proportion de cas affectés aux scénarios types par rapport au total des cas analysables	91,1 %	84,7 %	Proportion des cas affectés aux scénarios de l'échantillon initial, parmi l'ensemble des cas analysables de l'échantillon complémentaire (= estimation de la proportion de cas relevant de ces scénarios types sans la population générale des cas d'accidents de piéton recensés en France)
		(80,4 ; 88,4)	Intervalle de confiance à 90 % (loi binomiale) de cette proportion dans la population générale des cas
Total des cas de l'échantillon initial	189	185	Total des cas de l'échantillon complémentaire
dont total des cas analysables	158	157	dont total des cas analysables

On peut donc estimer sur cette base que les 20 scénarios types obtenus à partir de l'échantillon initial sont aptes à rendre compte d'environ 85 % (80 à 88 %) des cas d'accidents corporels de piétons recensés par la police ou la gendarmerie en France en 1995.

Ce travail sur l'échantillon complémentaire a également permis de quantifier approximativement les enjeux, dans la population générale des cas, correspondant à chacun des scénarios types issus de l'échantillon initial. La procédure utilisée pour cela, visant à la fois à redresser le biais optimiste et à limiter l'effet des faibles effectifs sur la qualité de l'estimation, est exposée en annexe 1. Le détail des effectifs par scénario type figure aussi dans cette annexe. Le tableau ci-contre (tableau 3) donne les résultats finaux.

Il convient cependant de rester prudent devant ces estimations des enjeux par scénario type. En effet, ces enjeux correspondent à ce qu'on pourrait observer dans la population des accidents corporels de piétons recensés par la police et la gendarmerie. Mais il se pourrait que les enjeux se répartissent un peu différemment dans la population plus générale des accidents corporels de piétons incluant les accidents corporels non recensés par ces services, mais connus de source médicale (par exemple, Agran *et al.*, dans une étude sur des accidents d'enfants piétons en Californie, ont montré que les accidents impliquant des piétons de moins de 4 ans, les accidents impliquant des véhicules en marche arrière, et les accidents ne concernant pas un piéton traversant la chaussée, sont moins bien recensés que les autres par les forces de police ; Agran *et al.*, 1990). Le sous-recensement des accidents de piéton survenant hors chaussée est aussi suggéré par les résultats de Stutts et Hunter (1999). D'autre part, l'hypothèse qui a été faite ici est que les accidents « non analysables », s'ils pouvaient être effectivement analysés, se répartiraient homothétiquement entre les différents scénarios types et le groupe des cas isolés, ce qui n'est pas certain.

Sous les réserves qui viennent d'être faites, on peut remarquer que des enjeux importants sont associés à une partie des scénarios types, d'autres étant beaucoup moins représentés :

- les 20 scénarios types correspondent à 84,7 % de la population des accidents corporels de piéton recensés,
- mais 10 de ces scénarios types représentent à eux seuls 66,7 % de cette population,
- et parmi eux 5 scénarios types rendent compte de 41,6 % de cette population totale.

Nota : Parmi les 24 cas de l'échantillon complémentaire qui n'ont pas été affectés aux scénarios types issus de l'échantillon initial, certains cas sont néanmoins apparus comme similaires à l'un des cas isolés dans l'échantillon initial, ou similaires entre eux, suggérant alors la constitution de petits scénarios types complémentaires. Ces scénarios types sont rapidement décrits au chapitre 7.

Tableau 3. Estimation de l'enjeu, en % de la population des accidents corporels de piétons recensés en France, associé à chaque scénario type (et i. c. à 90 %).

Scénarios types (intitulés schématiques)	Enjeu, en %, (et i. c. à 90 %)	
1. Piéton traversant (souvent adulte, adolescent), initialement masqué souvent par véhicule stationné ou arrêté.	8,6	(6,2 ; 11,5)
2. Piéton traversant en courant (souvent enfant, attention focalisée), initialement masqué, souvent par véhicule stationné.	10,4	(7,8 ; 13,6)
3. Piéton traversant dans circulation dense, masqué par file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité.	4,6	(2,9 ; 7,0)
4. Piéton traversant devant un véhicule arrêté pour le laisser passer, généralement sur passage piéton.	2,8	(1,4 ; 4,7)
5. Piéton traversant une voie importante, en général nuit ou pluie, piéton souvent alcoolisé, détecté trop tard.	5,5	(3,6 ; 8,0)
6. Piéton détecté, engage une traversée sans prise d'information, surprenant le conducteur.	7,0	(4,9 ; 9,8)
7. Jeune piéton détecté (souvent avec d'autres, attention captée), s'engage en courant ou soudainement, surprenant le conducteur.	7,0	(4,9 ; 9,8)
8. Conducteur tournant puis heurtant en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté.	5,8	(3,8 ; 8,4)
9. Piéton traversant en confiance sur un passage piéton une infrastructure large ou rapide, détection trop tardive ou anticipation erronée de la part du conducteur.	8,6	(6,2 ; 11,5)
10. Conducteur franchissant un feu rouge/orange, heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard.	1,5	(0,6 ; 3,2)
11. Piéton présent sur la chaussée (statique, la longeant, y divaguant), de nuit, hors agglomération ou en petite agglomération, détecté trop tard.	4,3	(2,6 ; 6,6)
12. Piéton présent près d'un véhicule en panne ou accidenté, de nuit, hors agglomération, non vu ou trop tard.	1,8	(0,8 ; 3,6)
13. Piéton sur chaussée, souvent en discussion, souvent se recule / se retourne, surprenant le conducteur (ou n'est pas vu).	1,8	(0,8 ; 3,6)
14. Piéton sortant ou juste sorti d'un véhicule stationné, détecté tardivement ou surprenant le conducteur.	1,2	(0,4 ; 2,8)
15. Véhicule en marche arrière, choc sur piéton non détecté par l'arrière du véhicule.	4,6	(2,9 ; 7,0)
16. Véhicule en perte de contrôle, heurte un piéton hors chaussée, ou projette sur lui un véhicule stationné.	4,6	(2,9 ; 7,0)
17. Élément d'un véhicule (lourd), ou de son chargement, se détachant ou se déployant et heurtant un piéton.	0,6	(0,1 ; 1,9)
18. Interaction entre deux véhicules, entraînant une manœuvre d'ajustement puis un choc sur piéton.	1,8	(0,8 ; 3,6)
19. Deux-roues circulant sur un trottoir ou une voie interdite à la circulation, heurtant un piéton.	0,6	(0,1 ; 1,9)
20. Querelle ou rapport conflictuel entre piéton et automobiliste.	1,5	(0,6 ; 3,2)

Application à un échantillon de cas de l'Etude détaillée d'accidents

L'analyse de 25 cas de l'Etude détaillée d'accidents (EDA) de l'INRETS, survenus sur le secteur de Salon de Provence et des communes avoisinantes et dans la ville d'Aix en Provence, puis l'examen de leur éventuel appariement avec les scénarios types issus de l'échantillon initial, ont été effectués par une personne n'ayant été à aucun moment impliquée dans l'analyse des cas des échantillons précédents ni dans l'élaboration des scénarios types.

Les résultats concernant l'affectation de ces cas aux scénarios types sont les suivants : sur les 25 cas étudiés, trois cas ont été affectés au scénario type 1, deux cas au scénario type 2, un cas au scénario type 3, deux cas au scénario type 5, un cas au scénario type 6, un cas au scénario type 7, trois cas au scénario type 8, trois cas au scénario type 9, un cas au scénario type 11, deux cas au scénario type 15, un cas au scénario type 18. Cinq cas n'ont pas été affectés aux scénarios types issus de l'échantillon initial.

Compte tenu des effectifs relativement limités, il est difficile de considérer les rapports entre la répartition des cas sur les différents scénarios dans cet échantillon EDA et la répartition obtenue avec les autres échantillons.

Il convient surtout de noter que, au total, 20 cas sur 25 (soit 80 %) ont été considérés comme relevant de l'un ou l'autre des scénarios types établis précédemment, alors qu'il s'agit de données plus locales, plus récentes (cas s'échelonnant entre 1995 et 2002), et que l'analyse des cas et leur affectation ont été réalisées par un opérateur indépendant.

Globalement, ces résultats ne conduisent donc pas à remettre en cause la pertinence de la série de scénarios types obtenue à partir de l'échantillon initial.

D'un point de vue plus qualitatif, ces cas permettent d'illustrer sur la base de données plus approfondies certains aspects des scénarios types décrits dans les chapitres suivants.

D'autre part, parmi les cinq cas de cet échantillon EDA jugés comme ne relevant pas des scénarios types, certains ont néanmoins été considérés comme présentant une parenté plus lointaine avec les scénarios types 5 et 6. L'examen détaillé de ces cas et de ceux ayant servi à élaborer les scénarios types 5 et 6 a alors suggéré que le scénario type 5 pourrait être scindé en deux, une partie des cas lui étant affectés dans les échantillons initial et complémentaire pouvant constituer un scénario type autonome. Cette possibilité et la description rapide de ce nouveau scénario type sont présentées au chapitre 7.

Comparaison avec quelques résultats antérieurs

Les scénarios types concernant des piétons qui ont été obtenus dans des études précédentes sont évoqués en tant que de besoin dans les chapitres suivants, dans les discussions suivant la présentation des scénarios types.

Nous mentionnons simplement ici quelques résultats généraux, se présentant sous forme de taxonomies concernant l'ensemble des accidents de piétons, et se prêtant à une comparaison globale avec la série de scénarios types présentée.

Nous ne considérons ici que des taxonomies d'accidents de piétons fondées sur des analyses qualitatives et approfondies de cas.

Celle issue des travaux de Snyder et Knoblauch (1971) a longtemps fait référence aux Etats-Unis. Cette recherche avait été conduite sur la base d'analyses approfondies de plus de 2 000 cas, relevant d'une méthode de recueil de type « enquête sur le site » au sens de la terminologie du rapport O.C.D.E. de 1988. Ces cas concernaient des accidents de piétons survenus dans 13 villes américaines. L'analyse comportait la reconstitution de « séquences comportementales » (selon un modèle de traitement de l'information : recherche, détection, évaluation, décision, action), l'identification de causes et d'événements déclencheurs (*precipitating events*).

La classification qui a résulté de ces travaux (tableau 4, page suivante) ne s'appuie pas sur un concept voisin du concept de scénario type que nous utilisons, mais elle est apparemment plus proche des typologies habituellement utilisées. Cependant elle a été établie avec une certaine souplesse, elle ne résulte pas de l'application systématique de quelques critères : comme on peut le voir dans le tableau 4, les « types » identifiés font référence selon les cas à des types de manœuvres, à des situations, à des facteurs prédisposants, à des localisations, à des types d'activités, *etc.* Schofer *et al.* (1995) critiquent cette taxonomie sur ce point, relevant qu'un même cas peut être affecté à plusieurs types selon qu'on en considère tel ou tel aspect. Par exemple, comme le relèvent Aoki et Moore (1996), dans une recherche portant sur les accidents d'enfants piétons dans la ville de San José, de nombreux accidents du type *vendor-ice cream truck*, où très généralement un enfant court en direction ou en provenance du fourgon d'un marchand de glace, pourraient être également classés dans un type *dart-out*.

D'une certaine façon, la taxonomie de Snyder et Knoblauch illustre bien la difficulté qu'il y aurait à chercher à rendre compte au moyen d'une typologie conventionnelle (définissant une série de types d'accidents exclusifs et reposant sur un ensemble de conditions nécessaires et suffisantes) d'un large ensemble de cas étudiés en détail et dans la perspective d'une réflexion générale sur la prévention.

Tableau 4. Classification d'accidents corporels de piétons dans 13 villes américaines d'après Snyder et Knoblauch (1971) (Résultats cités également dans Schofer *et al.*, 1995).

Type d'accident	Pourcentage des cas (<i>n</i> = 2 157)
A1 – Dart-outs and dashes	
Dart-out first half	31,7 %
Dart-out second half	11,8 %
Pedestrian strikes vehicle	5,3 %
Intersection dash	11,0 %
A2 – Other typical pedestrian situations	
Multiple threat situation	4,2 %
Pedestrian waiting to cross in roadway	0,9 %
Vehicle turn-merge with attention conflict	8,4 %
Multiple pedestrian split	0,4 %
B – Situations with specific predisposing factors	
Vendor-ice cream truck	2,0 %
Pedestrian exiting from vehicle	1,2 %
Bus stop related	3,4 %
Backing up	2,3 %
C – Non-street locations	
Nonpedestrian activity not in roadway	1,2 %
Freeway-expressway, from cars	0,2 %
Freeway-expressway, crossing	1,4 %
Off-street parking	1,2 %
D – Atypical pedestrian activity	
Nonpedestrian activity in roadway	2,9 %
Pedestrian walking in roadway	1,5 %
Working on vehicle	0,4 %
E – Miscellaneous	
Rear wheel : truck or bus	0,6 %
Weird	1,6 %
F – Atypical causes (not pedestrian countermeasure corrective)	
Precipitated by illegal antisocial act to pedestrian	1,5 %
Precipitated by illegal antisocial act by pedestrian	1,2 %
Hot pursuit	0,1 %
Result of auto-auto crash	3,4 %
Driverless vehicle	0,6 %
Total	100,0 %

La comparaison de ces résultats avec ceux exposés dans le présent rapport est difficile pour différentes raisons. D'abord compte tenu des différences entre une approche typologique, même souple, et une démarche fondée sur les concepts de prototypie et d' « air de famille ». Ensuite compte tenu de la différence entre les périodes d'étude ; en particulier, les enjeux associés aux différents types d'accidents peuvent évoluer notablement : différents auteurs, comme Preusser *et al.* (2002), notent par exemple que la part des accidents de type *dart-dash* (engagement d'une traversée en courant) hors intersection,

diminuent dans le temps (passant par exemple de 37 % à 15 % des cas à Washington entre les années 1970 et 1998). Enfin cette comparaison est rendue difficile par les différences de terrain d'analyse. L'étude de Snyder et Knoblauch portait en effet sur 13 grandes villes américaines, alors que la présente recherche porte sur tous les accidents de piétons des réseaux de France, incluant donc une part (faible) d'accidents survenus hors agglomération et une proportion notable de cas survenus dans de petites agglomérations.

Un point commun entre la classification de Snyder et Knoblauch et la série de scénarios types que nous avons obtenue est la grande diversité des situations et processus conduisant aux collisions : si les interactions entre piétons traversant et véhicules circulant constituent le contexte le plus fréquent, il existe aussi de nombreuses configurations minoritaires, comme par exemple les types *Precipitating by illegal antisocial act by pedestrian* et *Precipitated by illegal antisocial act to pedestrian*, ou *Result of auto-auto crash, Driverless vehicle, Working on vehicle*, ou bien dans notre cas les scénarios types 13, 17, 18, 19 ou 20.

Certains des scénarios types que nous avons obtenus, peu représentés mais plus homogènes que les autres et donc plus proches d'une notion traditionnelle de classe, trouvent sans doute leur équivalent dans tel ou tel type décrit par Snyder et Knoblauch. Par exemple, le type *Pedestrian exiting from vehicule* et le scénario type 14 recouvrent probablement en grande partie des cas comparables, de même que le type *Backing up* et le scénario type 15. Parmi les scénarios types plus représentés, le 8 pourrait être rapproché du type *Vehicle turn-merge with attention conflict*.

Pour le reste, et en particulier pour les configurations les plus représentées, les rapprochements entre les scénarios types et les classes de Snyder et Knoblauch sont difficiles. Les types du groupe A1 de Snyder et Knoblauch, construits sur le critère d'une traversée en courant ou de l'engagement rapide du piéton sur la chaussée comprennent vraisemblablement en grande partie des cas comparables à ceux que nous avons rassemblés autour des scénarios types 2 et 7 mais également 1, 3 et 6. Cependant ce recouvrement est au mieux approximatif.

Une autre recherche, portant sur des données d'accidents corporels de piéton survenus entre 1977 et 1980 dans cinq grandes villes américaines, est la *Pedestrian injury causation study* (Schmidt *et al.*, 1980 ; Durham *et al.*, 1980 ; Baird *et al.*, 1980 ; Braisted *et al.*, 1980 ; Lawrason *et al.*, 1980 ; Garret *et al.*, 1981 ; quelques éléments concernant cette étude sont aussi mentionnés dans la référence : Pitt *et al.*, 1990). Cependant cette étude visait surtout les aspects de sécurité secondaire, et a simplement repris, concernant la typologie des accidents de piétons, les catégories de Snyder et Knoblauch.

Enfin, une autre taxonomie, mais concernant l'ensemble plus restreint des accidents d'enfants piétons, a été proposée plus récemment par Schofer *et al.* (1995). Elle repose sur le croisement de deux critères de classement : l'apparition soudaine (*sudden appearance* – SA) du piéton dans le champ de vision du conducteur, et la rapidité du déplacement du piéton (*pedestrian moves quickly* –

MQ). Ce croisement abouti à quatre catégories d'accidents : ceux avec apparition soudaine et déplacement rapide du piéton (SA/MQ), ceux avec apparition soudaine mais où le piéton ne se déplace pas rapidement (SA/non MQ), ceux où le piéton se déplace rapidement mais n'apparaît pas soudainement (non SA/MQ) et ceux où il ne se déplace pas rapidement et n'apparaît pas soudainement (non SA/non MQ). Le classement dans cette taxonomie de 103 cas d'accidents d'enfants piétons de 5 à 12 ans recensés par le Children's Memorial Hospital de Chicago, analysés de façon approfondie par des équipes pluridisciplinaires (Christoffel, 1991, 1996), est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5. Répartition de 103 cas d'accidents d'enfants piétons dans une taxonomie à quatre groupes, d'après Schofer *et al.* (1995).

	Piéton se déplaçant rapidement	Piéton ne se déplaçant pas rapidement
Apparition soudaine du piéton	54	20
Pas d'apparition soudaine	15	14

Bien que ne portant que sur les accidents de piétons concernant des enfants, ces résultats peuvent être comparés à certains de ceux que nous avons obtenus : en particulier, les scénarios types 2 et 7, où la plupart des piétons impliqués sont des enfants, regroupent des ensembles de cas sans doute assez proches des catégories « Apparition soudaine/Piéton se déplaçant rapidement » et « Pas d'apparition soudaine/Piéton se déplaçant rapidement » de Schofer *et al.* D'autre part, certains accidents du scénario type 1 impliquant des enfants relèvent de la catégorie « Apparition soudaine/Piéton ne se déplaçant pas rapidement » de ces auteurs.

Il est intéressant de noter que Schofer *et al.* mentionnent que les quatre catégories regroupent des ensembles de cas qui se distinguent également sur différentes autres dimensions, en particulier : les caractéristiques démographiques et psychologiques des enfants impliqués, la localisation des accidents, les actions du conducteur immédiatement avant l'accident, les activités de l'enfant immédiatement avant l'accident, *etc.* Cela suggère que des régularités plus globales, portant sur l'ensemble du déroulement de l'accident et son contexte, et non seulement sur des manœuvres et conditions prévalant au moment même de la collision, structurent de fait cet échantillon de cas. D'une certaine façon, cela paraît en cohérence avec l'idée d'une structuration en scénarios types ; la question qui reste posée est de savoir si des « éléments-clés » de la situation d'accident (comme les deux critères utilisés par Schofer *et al.*) suffisent ou non à délimiter les ensembles de cas correspondant à ces structures.

Concernant la catégorie « Pas d'apparition soudaine/Piéton ne se déplaçant pas rapidement », la comparaison avec les scénarios types que nous avons

obtenus suggèrent que cette classe de la taxonomie proposée par ces auteurs est en fait une classe de « rebut », regroupant des cas hétérogènes : en effet les cas d'accidents d'enfants piétons de notre échantillon correspondant à cette catégorie se répartissent sur des scénarios types divers et souvent très dissemblables comme les scénarios types 8, 9, 10, 15, 16, 17.

Chapitre 3

Présentation détaillée des scénarios types 1 à 5

Ce chapitre et les chapitres suivants sont consacrés à la description détaillée des 20 scénarios types obtenus sur la base de l'échantillon initial. Comme nous l'avons mentionné plus haut, pour les scénarios types les moins représentés dans l'échantillon initial (moins de 10 cas), les cas de l'échantillon complémentaire correspondant à ces scénarios ont été également pris en compte pour l'élaboration du scénario type, afin d'en obtenir une description plus robuste.

Dans ce chapitre 3, un préliminaire est d'abord consacré à l'exposé des principes de présentation des scénarios types et des développements associés : nous y précisons l'objet des différentes sections, quelques-uns des concepts utilisés, quelques points de méthode, et les limites des développements proposés, en particulier concernant les questions de prévention.

La suite du chapitre traite des cinq premiers scénarios types, qui rassemblent des cas où une obstruction à la visibilité – ou des conditions de visibilité défavorable – joue un rôle majeur dans le déroulement de l'accident.

Préliminaire

Pour chaque scénario type, nous présentons successivement :

- un exposé du déroulement type,
- un recensement des facteurs accidentogènes identifiés pour les différents cas,
- un recensement des autres éléments explicatifs à prendre en considération,
- des précisions sur certains aspects du déroulement de certains cas,
- quelques éléments sur les dommages corporels ayant résulté de ces collisions,
- quelques éléments relatifs aux circonstances de ces accidents,
- quelques éléments de discussion sur le scénario type obtenu et les possibilités ou perspectives de prévention correspondantes, en référence le cas échéant à la littérature antérieure.

Le déroulement type

Le déroulement type est présenté selon le modèle d'analyse séquentielle de l'accident, en distinguant les quatre phases suivantes : situation de conduite, situation d'accident, situation d'urgence et situation de choc (voir chapitre 1). La situation précédant la conduite n'a pas été isolée, la nature des données utilisées ne permettant généralement pas d'accéder à des informations suffisantes pour pouvoir la décrire.

Le prototype de déroulement à proprement parler apparaît en caractères gras, les éléments exposés en caractères maigres apportant d'autres informations sur la fréquence des différents traits prototypiques parmi l'ensemble des cas relevant du scénario type, ou sur certaines variations correspondant à des cas minoritaires. Cette présentation très détaillée et documentée vise à permettre un examen précis des possibilités de prévention et de leur impact putatif sur tout ou partie des cas du scénario type ; d'autre part, elle présente une utilité certaine en cas de doute sur le rattachement d'un cas au scénario type, en permettant une analyse détaillée des similitudes et le rapprochement avec d'autres cas du scénario type pouvant présenter des traits minoritaires. Si l'on utilise le scénario type à des fins pédagogiques ou de communication, une version plus ramassée, se limitant par exemple au traits prototypiques (texte en caractères gras), ou éventuellement encore simplifiée, peut être préférable.

La description de la situation de choc est relativement succincte, dans la mesure où nous nous intéressons surtout dans cette recherche à la sécurité primaire, c'est-à-dire à la prévention des collisions¹¹.

Les facteurs accidentogènes

Les facteurs accidentogènes sont ensuite listés, avec pour chacun d'entre eux le nombre de cas où ce facteur a été identifié. Les facteurs accidentogènes, ou *accident factors* ou *causal factors*, ont été définis de multiples manières dans la littérature (voir en particulier la revue bibliographique de Saad concernant les investigations en profondeur sur les accidents : Saad, 1985). La définition que nous avons retenue, exposée plus en détail dans une publication antérieure (Brenac, 1997), est la suivante : un facteur accidentogène est un *état* d'un des

¹¹ D'autre part, concernant la situation d'urgence, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que nous n'avons jamais déduit la réalisation d'un freinage de la seule déclaration du conducteur, car on rencontre de nombreux cas où le conducteur déclare avoir freiné alors que cela est contredit par d'autres témoignages et indices : il a souvent eu l'intention de freiner, ou a freiné mais après le choc, ou dit avoir freiné pour rendre compte d'un comportement qu'il juge plus « conforme ». L'utilisation des traces de freinage a souvent permis de confirmer le freinage, s'agissant de cas de l'année 1995, donc antérieurs à la généralisation des systèmes d'antiblocage de roues. Mais la police peut omettre de relever les traces de freinage, surtout lorsque la circulation est dense. L'utilisation des témoignages de tiers (mentionnant par exemple un bruit de crissement suivi d'un bruit de choc) peut être très importante pour conclure. Il reste néanmoins des cas où il est impossible de déterminer s'il y a eu ou non freinage d'urgence. Ces considérations peuvent être importantes pour un lecteur qui tenterait de rapprocher un cas qu'il a analysé d'un des scénarios types présentés ici.

composants d'un système homme/machine (ou homme seul dans le cas d'un piéton) ou de son environnement, qui a été *nécessaire*¹² à la réalisation de l'accident (sans lui l'accident ne se serait pas produit), et *sur lequel une action de prévention serait possible*.

S'astreindre à identifier des *états*, et non des processus, permet d'éviter d'arrêter l'analyse à la mise en cause improductive de comportements « fautifs » ou « défaillants » : identifier la vitesse, ou une défaillance de perception, ou le « non-respect » d'une règle de conduite, comme facteur d'un accident n'est en général pas suffisant : pour envisager les mesures de prévention possibles, il faut également savoir pourquoi la vitesse était élevée, pourquoi tel véhicule n'a pas été vu, pourquoi la procédure prévue par le code de la route n'a pas été suivie. Bien entendu, les aspects dynamiques, les processus sont aussi importants, et ils sont pris en compte par ailleurs, dans le déroulement type évoqué plus haut.

Le critère de la *possibilité d'action préventive* permet de limiter le nombre de facteurs, qui sans cela serait infini, les conditions nécessaires à la production d'un accident étant *a priori* innombrables. Par possibilité d'action, il faut entendre ici possibilité d'action directe sur le facteur, et non possibilité d'action indirecte, portant par exemple sur une autre circonstance régulièrement associée à ce facteur.

Bien entendu, l'identification de facteurs n'est pas une procédure formelle et rigoureuse, mais relève davantage de l'interprétation : le critère de *nécessité* fait ici appel au raisonnement contrefactuel¹³ (si tel facteur n'avait pas été présent, alors l'accident ne se serait pas produit) qui n'est généralement pas considéré comme un mode de raisonnement formel. D'autre part, le critère de la *possibilité d'action préventive* s'appuie nécessairement sur un cadre de référence, implicite ou explicite, sur le domaine des possibles en matière de prévention. C'est ainsi que nous avons considéré par exemple qu'une grande habitude des lieux pour l'un des impliqués, favorisant un prélèvement d'information très réduit (et contribuant à expliquer une détection nulle ou tardive du protagoniste), peut être un élément explicatif de l'accident (et peut être recensée à ce titre : voir point suivant), mais n'est pas un facteur accidentogène, car elle ne peut faire en soi l'objet d'une action préventive « acceptable » : on ne va pas obliger les conducteurs à changer d'itinéraire chaque jour pour éviter d'en prendre l'habitude. De même, certaines représentations générales relatives à l'automobile et à la conduite, souvent rencontrées chez de jeunes conducteurs masculins, peuvent être explicatives de certains comportements contribuant à la genèse de l'accident (et donc à pointer comme telles), mais nous ne les avons pas considérées comme facteurs accidentogènes dans la mesure où une

¹² Mais non suffisant à lui seul, en général : d'autres facteurs sont en général également nécessaires pour que l'accident se produise.

¹³ Puisqu'il ne peut être question ici, dans une analyse de cas rétrospective, de démontrer chaque relation causale identifiée par un essai randomisé, par exemple.

modification substantielle de ces représentations ne nous semble généralement pas à la portée immédiate de l'action publique¹⁴, si l'on prend en considération les travaux de psychologie sociale portant sur les représentations (voir en particulier : Abric, 1994, réédition 2001). Ces choix peuvent être discutés, d'autres personnes auraient adopté d'autres points de vue.

Les autres éléments explicatifs

Certains éléments peuvent être nécessaires à la production de l'accident, et peuvent être considérés à ce titre comme explicatifs de l'accident, mais ne constituent pas des facteurs accidentogènes au sens où il ne semble pas possible de concevoir une mesure de prévention portant directement sur ces éléments. Outre les exemples que nous avons cités au point précédent, nous pourrions citer ici d'autres cas : la taille des enfants piétons par exemple, est souvent explicative de leur non-détection lorsqu'ils sont masqués par un objet de hauteur limitée. Mais cela ne peut faire directement l'objet de mesures préventives : on ne peut agir sur la taille des enfants (d'autres facteurs accidentogènes peuvent parfois être identifiés dans ce cas, concernant l'objet faisant masque : arbuste sur un terre-plein, file ininterrompue de véhicules stationnés).

Nous avons alors mentionné ces éléments en tant qu'« autres éléments explicatifs », bien entendu de façon très partielle puisque, la liste des conditions nécessaires à la production d'un accident étant *a priori* infinie, il ne peut être question de recenser tous les éléments explicatifs. La part de l'interprétation et de l'expertise est évidemment importante dans le choix de ces éléments, comme dans le fait de les considérer comme tels et non comme des facteurs accidentogènes.

Les dommages corporels

Les notions de « blessé léger » et de « blessé grave » utilisées dans les fichiers nationaux d'accident (fichier BAAC) sont relativement peu fiables, comme l'ont établi Laumon et Martin (2002) : ces auteurs ont montré que, si l'on prend le M.AIS comme échelle de gravité de référence (M.AIS : niveau de gravité de la blessure la plus grave selon l'*Abbreviated injury scale* ; cf. Garber *et al.*, 1996), et si l'on considère que seuls les niveaux M.AIS 3 et plus correspondent réellement à des blessés graves, à peine la moitié des victimes considérées comme blessés graves dans le fichier BAAC le sont réellement. Ces limites des données de police concernant la gravité des blessures ne sont pas propres à la situation française : Agran *et al.* (1990), par exemple, relèvent la mauvaise corrélation de ces informations avec les échelles de gravité fondées sur un

¹⁴ Même si certains comportements associés à ces représentations (en matière de vitesse par exemple), peuvent être infléchis (notamment par l'aménagement, la répression), ce qui peut contribuer, s'ils sont durablement modifiés, à faire évoluer ces représentations.

diagnostic médical, et recommandent de limiter l'utilisation des informations de police sur la gravité à trois catégories : Tués, blessés, et non blessés.

Nous avons donc préféré utiliser directement les éléments donnés dans les certificats médicaux décrivant les blessures des victimes, en nous efforçant surtout de distinguer les personnes très légèrement blessées (contusions, abrasions et hématomes superficiels) des autres blessés. Nous donnons sur cette base une description sommaire et qualitative des dommages corporels correspondant aux différents cas du scénario type. Une telle description est à considérer avec précaution, puisque nous n'avons pas eu recours à des compétences médicales pour étudier les certificats médicaux.

La partie « Discussion »

La partie « Discussion », qui suit la description du scénario type et les informations complémentaires, vise d'une part à positionner les résultats par rapport à d'autres résultats de recherche portant sur le même sujet, le cas échéant, ou sur des questions connexes. D'autre part, elle permet de développer un certain nombre de réflexions concernant les possibilités de prévention.

Cette section de la discussion relative à la prévention s'appuie sur une analyse, non exhaustive, de la littérature, mais il est clair qu'elle fait aussi appel à l'expertise des auteurs, et doit donc être considérée comme un point de vue sur les possibilités de mesures préventives, et non comme un « état de l'art ». Elle ne prétend pas non plus épuiser les conclusions qui peuvent être tirées du scénario type et des facteurs accidentogènes ou éléments explicatifs listés, qui sont sans doute susceptibles de permettre au lecteur de tirer des enseignements de ces résultats sur la base de sa propre expertise. Insistons sur le fait que nous ne visons pas l'exhaustivité ni l'homogénéité.

La contribution possible des moyens technologiques susceptibles de suppléer le conducteur dans ses tâches de prélèvement d'information, d'analyse, voire en matière de pilotage, en situation d'urgence ou en situation de croisière, n'a volontairement pas été évoquée, bien que l'examen des scénarios types puisse sans nul doute apporter des éléments dans l'étude de tels systèmes. Il ne peut être en effet question ici de s'impliquer dans la définition des fonctionnalités souhaitables pour de tels systèmes. Il n'était pas non plus envisageable de prendre position sur leur contribution en matière de prévention des accidents, puisqu'il n'existe pratiquement pas d'évaluation *ex post* de leur impact sur la sécurité, à notre connaissance, et que d'autre part les risques d'effets de compensation comportementale, susceptibles d'annuler ou d'inverser les gains de sécurité escomptés, semblent particulièrement importants dans ce domaine.

Une autre limite des éléments de discussion présentés concerne les possibilités de prévention relatives aux phases les plus « amont » de l'accident : les moyens d'influencer par exemple les conditions précédant le déplacement, le

choix du mode de transport, le choix d'itinéraire, n'ont pu être que rarement abordés.

Cela tient notamment aux limites des données d'accidents utilisées : les motivations du choix modal ou du choix d'itinéraire, par exemple, ne peuvent que très rarement être déduites du contenu des procédures de police ou de gendarmerie.

Mais cela tient également aux limites de la littérature scientifique sur ces questions. Par exemple, concernant le choix du mode de transport, il semble qu'au moins pour certaines catégories de piétons comme les enfants, le transfert de la marche à pied vers l'automobile contribue à l'amélioration de leur sécurité. La forte baisse de la mortalité des enfants piétons s'explique en effet par la réduction de leur exposition au trafic (Roberts, 1993), liée à la croissance des pratiques d'accompagnement automobile des enfants, sur les lieux d'étude en particulier (Papon, 1997 ; Klöckner, 1998). Cependant cette évolution peut comporter des aspects négatifs pour la sécurité, par exemple en retardant l'apprentissage du trafic par les enfants (Klöckner, 1998) ; mais l'analyse globale des effets de cette évolution est difficile et reste à faire. Cependant, l'encouragement de la marche à pied est considéré par ailleurs comme faisant partie des bonnes pratiques d'aménagement urbain (Dijkstra *et al.*, 1998 ; GART, 2000), pour des raisons tenant souvent à d'autres considérations que la sécurité (qualité urbaine, réduction des nuisances, santé, *etc.*). Cela conduit souvent les chercheurs s'intéressant à la prévention des accidents à des positions nuancées : par exemple, pour Macpherson *et al.* (1998) : « [...] *although children's exposure to traffic could be reduced by transporting them to school, a more reasonable prevention strategy involves environmental changes* » (p. 1840). Du strict point de vue de la prévention des accidents et blessures, cette question reste cependant peu claire.

D'autre part, concernant l'influence des choix d'urbanisme, des formes urbaines, des formes de réseaux sur l'insécurité routière y compris celle des piétons, les connaissances sont également limitées (voir cependant les références : O.C.D.E., 1979 ; Fleury, 1998 ; Brenac et Millot, 2002), malgré quelques travaux récents (Millot, 2003).

Sur les stratégies d'aménagement urbain intégrant les questions de sécurité et de mobilité piétonne, le lecteur pourra se reporter aux références suivantes : Fleury (2001), Busi et Tira (2001), Monheim et Frankenreiter (2000), Tira et Ventura (2000).

Scénario type 1

(décrit sur la base de 13 cas)

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération (12 cas) sur la voirie principale (11 cas), souvent sur une infrastructure particulièrement large (7 cas : deux voies de plus de 9 m hors stationnement, trois voies et plus, multiplicité de voies et couloirs de bus) et généralement hors intersection (10 cas). Un piéton s'apprête à traverser la chaussée hors passage piéton (10 cas, dont 5 où il n'y a pas de passage piéton à proximité).

Situation d'accident

Le piéton, initialement masqué à la vue du conducteur, généralement par un véhicule immobile (véhicule en stationnement : 6 cas ; à l'arrêt : 4 cas dont 3 bus arrêtés sur chaussée ; pour trois autres cas : véhicule manœuvrant, arbre, panneau publicitaire), engage sa traversée alors que le véhicule survient (sur la voie adjacente au véhicule masquant ou au masque, 12 cas). Le conducteur ne détecte pas le piéton, ou très tardivement. Le piéton ne voit pas le véhicule.

Situation d'urgence

Le conducteur n'a généralement pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (7 cas, + 1 cas plus incertain) ou effectue un freinage tardif (2 cas ; indéterminé dans 3 cas).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton (ou lui roule sur le pied dans 1 cas).

Facteurs accidentogènes

- Largeur importante augmentant le temps de traversée des piétons et compliquant la prise d'information (7 cas),
- largeur importante ou conditions d'approche rapides (infrastructure non urbaine, par exemple) ayant favorisé la pratique d'une vitesse élevée (6 cas),
- facteurs liés à la conception, l'organisation ou la gestion (contrôle) du stationnement : stationnement en files continues n'offrant pas suffisamment d'endroits pour traverser dans de bonnes conditions de visibilité mutuelle (3 cas), stationnement en double file favorisé par une grande largeur de chaussée (2 cas), absence d'avancée de trottoir ou de disposition décourageant le stationnement (1 cas) ou l'arrêt (1 cas) à proximité immédiate d'un passage piéton,

- aménagement des arrêts de bus ou de cars scolaires non optimal : pas de possibilités d'arrêt hors chaussée sur des infrastructures à deux voies, les piétons traversant par l'arrière du bus se trouvant immédiatement confrontés au trafic de sens inverse (3 cas),
- faible perceptibilité générale des deux-roues ayant contribué à leur non-détection par le piéton lors de la prise d'information (2 cas),
- expérience limitée du conducteur (2 cas, 2 ans de permis de conduire) de nature à limiter ses capacités de prévision,
- présence d'un panneau publicitaire faisant masque à proximité immédiate de la chaussée (1 cas),
- présence d'un platane faisant masque à proximité immédiate d'une chaussée incitant à la vitesse (1 cas),
- vitre avant gauche d'un véhicule cassée et remplacée par un film plastique, ayant limité la visibilité lors d'une manœuvre de tourne-à-gauche (1 cas),
- présence de gravillons ayant contribué à l'échec d'une manœuvre d'urgence (1 cas),
- passages piétons : dans certains cas la présence d'un passage piéton aurait pu favoriser une meilleure prévision de la part du conducteur ; le caractère éventuellement non optimal de leur positionnement ne pourrait être identifié que par une analyse plus étendue des sites et de leur fonctionnement.

Autres éléments explicatifs

- Grand âge du piéton à l'origine de difficultés relatives à la prise d'information ou à la détection du véhicule (2 cas : 78 ans, 84 ans ; un autre cas possible),
- grand âge du conducteur ayant contribué à la détection tardive du piéton (1 cas, 81 ans),
- conditions de visibilité dégradées ayant contribué à la non-détection du véhicule par le piéton lors de la prise d'information (2 cas : nuit et pluie combinées, avec éclairage public en fonctionnement),
- soleil rasant ou éblouissant ayant contribué à la détection tardive du piéton (2 cas),
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec de la manœuvre d'urgence (1 cas),
- grande habitude des lieux et de la manœuvre de traversée pour le piéton, favorisant un prélèvement d'information réduit (1 cas),
- fatigue du piéton (1 cas certain) (signes clairs de fatigue en fin de journée scolaire suivie d'un transport en car).

Autres aspects

- Prise d'information : le piéton semble généralement effectuer une prise d'information (7 cas sur 10 où l'on dispose d'éléments suffisants) mais

celle-ci est contrariée par la présence d'un masque (et parfois inappropriée : unilatérale par incompréhension des lieux, non renouvelée à gauche ; 2 cas),

- piéton se protégeant d'une forte pluie avec son parapluie, engendrant une gêne pour la prise d'information (1 cas),
- focalisation probable de l'attention du piéton sur un élément situé de l'autre côté de la rue (conjoint, commerce, *etc.*) (2 cas),
- focalisation de l'attention du conducteur dans une direction opposée à celle du piéton (liée aux questions de priorité en intersection ; 1 cas).

Dommmages corporels

Il n'y a pas de cas mortel. Le piéton est atteint de blessures bénignes dans 4 cas (contusions, abrasions, plaies et hématomes superficiels, parfois accompagnées d'un léger traumatisme crânien sans perte de connaissance et sans conséquences), il est atteint plus sérieusement dans 6 cas (fractures en général, dans un cas troubles auditifs liés à un traumatisme crânien), et très gravement dans un cas concernant un piéton de 73 ans (coma profond prolongé). Dans deux cas, l'information disponible est insuffisante.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 12 cas en milieu urbanisé, dont 9 en agglomération de plus de 100 000 habitants ; 1 cas hors agglomération.
- Age du piéton (en années) : 12, 12 et 14, 15, 15, 15, 18, 18, 36, 65, 73, 74, 78, 83.
- Dans les cas concernant des piétons adolescents (12 à 15 ans) : ils sont en compagnie de camarades dans 2 cas, seuls dans les autres cas.
- Nuit dans 2 cas (avec éclairage public en fonctionnement).

Discussion

Ce scénario type est l'un de ceux qui sont le plus représentés dans la population des accidents de piétons recensés en France (environ 8,6 % des cas). Des scénarios types présentant une certaine parenté avec celui-ci ont été obtenus dans des études antérieures portant sur des terrains d'analyse restreints (voir en particulier : Fleury *et al.*, 1990 ; Brenac *et al.*, 1996 ; Brenac et Megherbi, 1996 ; Brenac et Yerpez, 1997 ; Tira et Brenac, 1999 ; Tira *et al.*, 1999). Une relative parenté avec le type « Apparition soudaine/piéton ne se déplaçant pas rapidement » obtenu par Schofer *et al.* (1995), dans une recherche se limitant à des accidents impliquant des piétons de 5 à 12 ans, survenus dans la ville de Chicago, peut être également notée.

L'apparition relativement soudaine du piéton dans le champ de vision du conducteur, liée à la présence de masques à la visibilité (souvent des véhicules arrêtés ou en stationnement) immédiatement adjacents à la voie de circulation du véhicule, surprend le conducteur et rend l'évitement de la collision difficile,

d'autant que la largeur souvent importante de l'infrastructure favorise la vitesse. S'agissant de piétons adultes ou adolescents, les masques sont souvent des véhicules hauts (bus, camions, fourgons ; 6 cas), ou des objets hauts (panneau publicitaire, platane ; 2 cas).

Des possibilités de mesures préventives concernant ce scénario type semblent pouvoir être trouvées notamment dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses par différents moyens : renforcement durable du système de contrôle et de sanction des excès de vitesse (OCDE, 1999 ; Bjornskau et Elvik, 1992 ; Vaa, 1997 ; Chen *et al.*, 2000) ou réaménagement de la voirie ; diverses recherches ont montré la forte diminution des risques d'accidents (de tous types) qui résulte d'aménagements induisant une baisse des vitesses pratiquées sur des voiries urbaines (voir par exemple : CERTU, 1994 ; Janssen, 1991 ; Faure et de Neuville, 1992 ; Engel et Thomsen, 1992 ; Vis *et al.*, 1992 ; Brilon, 1986 ; Elvik, 2001). En particulier, les effets de la diminution des vitesses sur le risque d'accident corporel ou mortel de piéton sont massifs (Brilon *et al.*, 1986 ; Mackie *et al.*, 1993 ; Webster, 1993 ; McLean *et al.*, 1994 ; Anderson *et al.*, 1997)¹⁵. Dans le cas de ce scénario type, la vitesse joue un rôle particulier puisqu'elle conditionne le temps disponible pour le conducteur, à partir du moment où le piéton apparaît, pour réagir avant la collision. Bien entendu la vitesse a également une influence très forte sur la gravité des lésions des piétons (voir annexe 2).
- Les réaménagements de voirie visant une meilleure organisation du stationnement et de meilleures pratiques de stationnement (stationnement en encoches ou avancées de trottoir permettant d'interrompre les files de véhicules en stationnement et de dégager ainsi des zones assurant une bonne visibilité mutuelle, réduction de largeur visant à dissuader le stationnement en double file). Ce type de mesure concerne encore davantage le scénario type 2, et on trouvera un développement plus complet à ce sujet dans la discussion correspondant à ce scénario type.
- La réduction de la largeur de chaussée. Le plus souvent, les piétons impliqués dans les accidents de ce scénario type réalisent une prise d'information avant de traverser ou en engageant leur traversée. Cette prise

¹⁵ De tels aménagements sont également possibles sur des voiries artérielles (CERTU, 1994 ; Herrstedt, 1992 ; Kjemtrup et Herrstedt, 1992). Si certains dispositifs comme les ralentisseurs sont parfois considérés comme problématiques en présence d'une circulation notable de bus – à tort ou à raison (Brindle, 1992), de nombreuses autres dispositions existent et sont efficaces (mêmes références). D'autre part Zaidel *et al.* (1992) notent que des ralentisseurs standards (type TRRL : hauteur 10 cm, longueur 3,70 m) peuvent être franchis par les bus, à un niveau de confort raisonnable, à une vitesse de l'ordre de 16 à 22 km/h. D'autres profils ou d'autres conceptions, pénalisant moins les bus, quoique moins efficaces, ont permis néanmoins d'obtenir des réductions du niveau général des vitesses (par exemple, concernant le type « coussins berlinois » : diminution des vitesses de 8 à 15 km/h, pour obtenir des vitesses de 35 à 45 km/h au 85^{ème} centile ; Baier, 1992). Le lecteur trouvera un exposé très complet sur cette question dans la publication de Zaidel *et al.* (1992).

d'information est souvent rendue difficile par une grande largeur de chaussée, des voies nombreuses, un aménagement complexe. La réduction de la largeur de chaussée peut donc faciliter la prise d'information, et également contribuer à la réduction des vitesses (CETUR, 1989). La réduction du nombre des voies et/ou de leur largeur peut être accompagnée de la création d'îlots centraux, permettant une traversée en deux temps pouvant faciliter la prise d'information. Peu d'évaluations permettent d'isoler l'effet de telles mesures ; elles ont été cependant fréquemment utilisées dans des réaménagements plus globaux de l'espace public dont les effets très positifs sur la sécurité ont été démontrés (CERTU, 1994). On peut quand même citer l'étude de Zegeer *et al.* (2001), qui montre que le risque d'accident de traversée de piéton (rapport du nombre d'accidents de piéton au nombre de manœuvres de traversée) est supérieur sur les rues à 3 voies et plus – par comparaison avec les rues à 2 voies – et que la mise en place de refuge piéton ou de terre-plein central (en saillie ; aucun effet n'est constaté pour des dispositifs peints) y diminue significativement le nombre d'accidents de piéton. D'autres résultats établis par Gårder (1989) suggèrent également que d'importantes réductions de risque peuvent être atteintes en réduisant la largeur des chaussées ou en mettant en place des refuges piétons.

- L'amélioration de la position et de la conception des arrêts de bus ou cars (*cf. infra*).
- L'apprentissage de la conduite. Une expérience limitée de la conduite, influant sur les capacités de prévision du conducteur et contribuant ainsi à une détection nulle ou tardive du piéton, a été identifiée comme facteur accidentogène dans quelques cas de ce scénario type¹⁶. Les recherches de psychologie expérimentale de Egberink *et al.* (1986), portant sur l'étude comparée des comportements (rapportés et observés) de conducteurs jeunes et de conducteurs plus âgés en présence d'enfants piétons, ont montré que les comportements des jeunes conducteurs sont moins sûrs, et que cela ne peut être attribué à une vitesse plus élevée, mais plutôt à une plus grande difficulté à détecter ces piétons. On peut penser que cette différence concernant la détection tient en fait à la pertinence des attentes des conducteurs (sur ce concept voir : Alexander et Lunenfeld, 1986 ; Malaterre et Peytavin, 1986 ; Fleury *et al.*, 1991), formées sur la base de leurs connaissances préalables et de leur représentation de la situation. En

¹⁶ Par ailleurs, dans ce scénario type comme dans l'ensemble des accidents de piétons et dans les accidents de tous types, les conducteurs jeunes et peu expérimentés paraissent plutôt surreprésentés. Parmi les cas de ce scénario type, 3 conducteurs sur 13 ont moins de 25 ans, et 3 conducteurs sur 8 conducteurs de véhicules de tourisme pour lesquels l'information est disponible ont leur permis depuis moins de cinq ans. Pour l'ensemble de l'échantillon initial, les conducteurs de moins de 25 ans représentent 23,5 % des conducteurs impliqués. Plus généralement, les moins de 25 ans représentent environ 20 % des conducteurs de véhicules de tourisme dans les accidents de toutes catégories, alors qu'ils n'effectuent que 10 % des kilométrages (Fontaine et Hubert, 1997).

particulier, dans le présent cas, la formation d'attentes relatives au surgissement possible de piétons derrière des objets faisant obstacle à la visibilité est sans doute plus fréquente chez les conducteurs plus expérimentés, favorisant alors *in fine* une détection plus rapide en cas de surgissement effectif d'un piéton. La possibilité d'accélérer le développement d'attentes adaptées, en intégrant la connaissance de telles situations à risque et les pratiques défensives *ad hoc* dans la formation à la conduite, pourrait être examinée : des résultats positifs ont été obtenus concernant les effets de l'apprentissage de situations à risque sur micro-ordinateur, sur les performances ultérieures dans la gestion de situations dangereuses en conduite automobile (performances évaluées sur un simulateur) (Fisher *et al.*, 2002)¹⁷.

- L'éducation et l'information des piétons. Les possibilités d'action dans ce domaine feront l'objet d'un développement plus complet et plus général dans la discussion relative au scénario type 2, présentée plus loin. Il faut cependant noter certaines particularités concernant le cas du présent scénario type (scénario type 1). La surreprésentation des piétons de moins de 20 ans dans ce scénario type, par rapport à l'ensemble des accidents de piétons¹⁸ pourrait être interprétée comme l'effet du manque d'expérience de la circulation chez le piéton. Mais les victimes de moins de 20 ans sont ici des adolescents ou jeunes adultes de 12 à 18 ans, et leur implication particulière pourrait tenir aussi en partie à un usage plus important des transports collectifs ou scolaires par rapport aux adultes plus âgés (*cf.* par exemple Papon, 1997) : 4 des 8 victimes piétons de moins de 20 ans descendaient d'un bus ou d'un car et ont été heurtées alors qu'elles traversaient en étant initialement masquées par le bus ou le car. A la différence du scénario type 2 présenté plus loin, il semble que les piétons réalisent ici généralement un prélèvement d'information sur la circulation (7 cas sur 10 où il est possible de se prononcer à ce sujet). Cependant, ils ne détectent pas le véhicule qui survient. Le problème n'est donc pas celui de la décision de traverser, mais plutôt celui de la stratégie de prélèvement d'information. Celle-ci est clairement inadaptée dans quelques cas (notamment un cas de prise d'information unilatérale par incompréhension des lieux, ce qui renvoie à la mauvaise ergonomie de l'aménagement, vaste, complexe et ambigu¹⁹), et dans les autres cas, elle est probablement

¹⁷ Ces résultats sont en cohérence avec des résultats antérieurs obtenus dans le domaine du transport aérien, où les effets positifs de jeux d'entraînement au pilotage (sur micro-ordinateur) sur les performances de vol ont été montrés (voir par exemple Gopher *et al.*, 1994).

¹⁸ Huit victimes sur 14 sont des piétons de 12 à 18 ans dans ce scénario type 1, les six autres étant âgés de 20 ans ou plus. La proportion des moins de 20 ans y est significativement différente de celle constatée parmi l'ensemble des victimes piétons d'accidents de la route en France, qui est de 35 % ($\chi^2 p < 0,10$).

¹⁹ Nombreuses voies et couloirs réservés aux bus, avec plusieurs terre-pleins de séparation, ayant favorisé une mauvaise interprétation du sens de circulation sur une voie.

excessivement sommaire, sa réalisation étant simultanée à l'engagement de la traversée par le piéton, et/ou trop rapide, la grande largeur de chaussée et le grand nombre de voies à traverser engendrant une contrainte temporelle forte et pouvant rendre la tâche plus complexe. On voit que l'inadaptation de la stratégie de prise d'information renvoie aussi à l'inadaptation de l'aménagement. Du point de vue de l'éducation des piétons, une revue rigoureuse des études d'évaluation (Duperrex *et al.*, 2002) montre que les actions visant à enseigner à de jeunes piétons une stratégie d'arrêt et de prise d'information « à la ligne de vision », (c'est-à-dire au point où la visibilité sur les voies est dégagée), incluant des exercices pratiques, peuvent avoir un effet significatif sur les comportements de traversée ; mais ces résultats n'ont été établis que pour des enfants de moins de 5 ans ou de 5 à 9 ans, les études portant sur des groupes cibles de 10 à 14 ans ou de 15 à 20 ans n'ayant pas démontré d'effets sur les comportements ; en outre, les effets s'atténuent ensuite dans le temps, et les conséquences sur les nombres d'accidents n'ont pas été évaluées.

- Actions en direction des piétons âgés. Les piétons âgés sont largement représentés dans ce scénario type. D'une façon générale, la sur-implication des piétons âgés dans les accidents de piétons (si l'on considère le rapport des blessés piétons des tranches d'âge élevées à la population de ces tranches d'âge) est bien connue (voir par exemple : OCDE, 1998). Cependant, elle tient en grande partie aux aspects de mobilité, les personnes de ces tranches d'âges ayant eu un accès moins précoce et moins général à l'automobile et se déplaçant beaucoup plus fréquemment à pied que les adultes plus jeunes (Papon, 1997). Il reste probable que le risque des piétons les plus âgés, même rapporté au volume de leurs déplacements à pied, est plus élevé que celui d'adultes plus jeunes (encore que certains résultats incitent à la prudence à ce sujet : voir par exemple la publication de Baltes, 1998). Mais ce sur-risque ne peut être interprété comme un simple effet du vieillissement psycho-physiologique : il traduit aussi vraisemblablement l'influence d'un apprentissage moins accompli du trafic par rapport aux nouvelles générations (plus fortement imprégnées des contraintes et risques de la circulation automobile dès leur plus jeune âge), ce phénomène étant susceptible de s'atténuer pour les futures générations de piétons âgés. Quoi qu'il en soit, on pourrait envisager de chercher à améliorer les stratégies de traversée des piétons âgés par des actions d'éducation. Cependant, il existe fort peu d'études d'évaluation de telles mesures (par exemple, dans la revue de Duperrex *et al.*, seule une évaluation expérimentale randomisée concernant des piétons âgés a été identifiée, et elle ne met en évidence aucun résultat significatif). Si l'on considère que les personnes âgées constituent *a priori* un terrain moins favorable à l'apprentissage, et que même concernant des piétons plus jeunes les résultats des actions d'éducation sont souvent mitigés, il ne faut pas attendre de telles mesures qu'elles apportent une amélioration notable

de la sécurité des piétons âgés. Néanmoins, des actions locales efficaces, associant information et éducation des piétons âgés et mesures d'aménagement, ont été rapportées par Blomberg et Cleven (1998). De façon plus générale, l'amélioration de l'ergonomie de l'aménagement des voiries est sans doute susceptible d'améliorer plus nettement leur sécurité : les grandes largeurs de traversée et la complexité de l'aménagement contribuent en effet à accroître les contraintes temporelles et les difficultés de la tâche de prélèvement d'information. Oxley *et al.* (1997) ont montré par exemple que les comportements (observés) de traversée de piétons âgés sont plus sûrs en présence d'un terre-plein central : il permet en effet une traversée en deux étapes et, pour chaque étape, une prise d'information plus simple.

Cas de l'aménagement des arrêts de bus ou de cars

Les cas de ce scénario type montrent les inconvénients à attendre de l'absence d'emplacement d'arrêt de bus hors chaussée (ou d'îlots centraux) sur des rues ou routes à deux voies, les piétons traversant par l'arrière du bus étant masqués puis subitement confrontés au trafic de sens inverse, immédiatement contigu au bus. La visibilité mutuelle serait meilleure, dans le cas d'une traversée par l'arrière, si le bus était arrêté hors chaussée ; mais certains auteurs considèrent que l'arrêt dans des encoches hors chaussée peut être une source de danger du fait des manœuvres imposées aux bus, alors susceptibles de heurter des piétons (et avancent aussi l'argument – sortant du domaine de la sécurité – que la réinsertion des bus dans le trafic est plus difficile dans cette configuration) (GART, 2000). De fait, les accidents impliquant des bus ou cars manœuvrant au voisinage des arrêts constituent également un enjeu important (C.N.T., 2003). Si l'on maintient l'arrêt sur chaussée, la réalisation d'îlots centraux, (accompagnés éventuellement, en milieu urbain, d'un aménagement de traversée pour piétons), situés à l'arrière de l'arrêt de bus, est une autre solution pour éloigner le trafic de sens inverse du voisinage immédiat du bus, favorisant ainsi la visibilité mutuelle entre piéton et conducteur.

Les trois cas étudiés ici sont survenus dans un contexte de petite agglomération ou hors agglomération (1 cas hors agglomération, 1 cas en lieu-dit, 1 cas en petite agglomération) et correspondent tous à une traversée par l'arrière du bus ou du car. Le cas de la traversée par l'arrière semble aussi dominant en ce qui concerne les accidents mortels d'enfants en âge scolaire (10 cas sur 12 cas mortels où le piéton traverse en étant masqué par le bus, d'après CERTU, ANATEEP, 1995). Mais d'autres résultats (C.N.T., 2003 ; Brenac *et al.*, 1996 ; Zegeer, 1993) montrent qu'une autre configuration d'accident est assez fréquente pour ce scénario type, en particulier dans des agglomérations importantes : bus stationné hors chaussée, ou sur chaussée avec souvent plusieurs voies de circulation dans le sens du bus, et piéton traversant par l'avant du bus ; là aussi, le piéton se trouve immédiatement confronté au trafic circulant sur une voie contiguë au bus, ou dépassant le bus (mauvaises conditions de

visibilité mutuelle). Concernant les traversées par l'avant, les conditions sont aussi défavorables que le bus soit stationné hors chaussée ou non (risque de dépassement) ; un îlot central situé juste en aval d'un arrêt de bus sur chaussée, pourrait, pour une chaussée à deux voies, éviter le dépassement par des véhicules légers, mais n'empêcherait pas le dépassement du bus par des deux-roues avec de mauvaises conditions de visibilité sur un piéton traversant par l'avant.

Compte tenu également des résultats concernant un scénario type complémentaire évoqué au chapitre 7, il semble donc que l'on puisse considérer comme plus favorables à la sécurité les dispositions suivantes :

- 1) Un emplacement de l'arrêt limitant les besoins de traversée.
- 2) Dans le cas d'un arrêt de bus organisé hors chaussée, ou bien sur une chaussée comportant plusieurs voies de circulation dans le sens du bus : un emplacement de l'arrêt incitant les piétons devant traverser, à leur sortie du bus, à effectuer cette manœuvre par l'arrière du bus (compte tenu de leurs destinations et de leurs cheminements habituels) et éventuellement un aménagement de la traversée y incitant aussi.
- 3) Dans le cas d'un arrêt de bus organisé sur la chaussée sur une infrastructure à deux voies de sens opposé (ou du moins ne comportant qu'une voie dans le sens du bus) : la mise en place d'un îlot central à l'arrière de l'arrêt (ou plus étendu), éloignant la voie opposée du bus arrêté.

Mais une évaluation des effets de ces dispositions reste à faire²⁰.

Globalement ces accidents représentent une part majeure de l'insécurité des piétons à l'abord des arrêts de transports collectifs. D'après les travaux de Unger *et al.* (2002), portant sur des accidents de piétons de moins de 16 ans, les cas où un piéton traverse en étant initialement dissimulé par un véhicule de transports en commun représentent environ 30 % des blessés aux arrêts de transports collectifs. De tels cas représentent aussi la moitié environ des cas mortels concernant des enfants en âge scolaire au niveau des arrêts de transports collectifs (CERTU, ANATEEP, 1995). Concernant les accidents corporels aux points d'arrêt relevant du transport d'enfants, une autre référence (C.N.T., 2003) montre que plus de la moitié de ces accidents relèvent de cette configuration (piéton traversant en étant initialement masqué par le bus ou le car), que l'on se restreigne ou non aux cas mortels.

²⁰ Il est à noter cependant que dans le cas des transports scolaires, les arrêts sur de petites routes non urbaines sont très nombreux, ne concernent souvent qu'un petit nombre d'enfants par arrêt, et peuvent être supprimés ou déplacés au bout de quelques années, selon le cursus scolaire des enfants concernés. Imposer des contraintes fortes sur l'aménagement de ces points d'arrêt pourrait inciter les gestionnaires à en limiter le nombre, favorisant ainsi de plus longs parcours le long des routes pour les jeunes piétons, avec d'autres problèmes de sécurité.

Scénario type 2

(décrit sur la base de 17 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule sur une voie urbaine (tout type) (17 cas), **plutôt hors intersection** (10 cas). **Un piéton, généralement très jeune** (3 à 11 ans dans 15 cas), **souvent accompagné de camarades ou de parents** (8 cas, 3 cas indéterminés) **est présent dans les abords de la voie ou s'apprête à traverser. Il n'y a généralement pas de passage piéton** (14 cas) à l'endroit de la traversée ni à proximité.

Situation d'accident

Le piéton, initialement masqué à la vue du conducteur, le plus souvent par un véhicule en stationnement (10 cas ; autres cas : habitation, bâtiment, mur – 4 cas – buissons, arbre, grillage sur terre-plein central – 3 cas) **engage la traversée de la rue en courant, alors que le véhicule survient** (sur la première voie que le piéton doit traverser après avoir dépassé l'obstacle à la visibilité, 14 cas). **L'attention du piéton est souvent captée par un objet, une personne, un objectif à atteindre de l'autre côté de la rue** (7 cas, dans 7 autres cas, l'information est insuffisante pour conclure) ou par un contexte ludique (2 cas). La détection du piéton par le conducteur est très tardive ou nulle.

Situation d'urgence

Le conducteur n'a généralement pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (10 cas, + 1 cas plus incertain ; autres cas : indéterminé, 2 cas, freinage, 3 cas, déport latéral, 1 cas).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton (dans deux cas, il roule également sur le pied ou la jambe du piéton).

Facteurs accidentogènes

- Largeur importante ou conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique d'une vitesse élevée par rapport au contexte (7 cas),
- facteurs liés à la conception, l'organisation ou la gestion (contrôle) du stationnement : stationnement en files continues n'offrant pas suffisamment d'endroits pour traverser dans de bonnes conditions de visibilité mutuelle (3 cas), absence d'avancée de trottoir ou de disposition décourageant le stationnement à proximité immédiate d'un passage piéton, d'une intersection ou d'un accès important (3 cas), stationnement irrégulier sur trottoir dans une zone courbe défavorable du point de vue de la visibilité (1 cas),

- facteurs liés à la présence d'autres types de masque à la visibilité : haie d'arbustes faisant masque jouxtant immédiatement la chaussée d'une voie (1 cas), grillage et végétation faisant masque sur le terre-plein central d'une voie urbaine non autoroutière (1 cas), arbre sur trottoir faisant masque à proximité immédiate d'une intersection et d'un passage piéton (1 cas), répartition non optimale de l'espace entre façades rapprochant la circulation des habitations et bâtiments pouvant masquer des piétons (2 cas),
- jeune âge et inexpérience du piéton favorisant des insuffisances dans le prélèvement d'information (12 cas au moins), prenant la forme d'une absence de prise d'information sur la circulation, généralement liée à la captation de l'attention par un objet, un objectif ou une activité (voir plus bas la partie « Autres aspects »),
- inexpérience du conducteur (3 cas : 1 an de permis de conduire dans deux cas, cyclomotoriste de 14 ans dans un cas),
- traitement trop fluide d'un accès à un parking, favorisant une vitesse trop élevée pour ce type de lieu (1 cas),
- passages piétons : dans certains cas la présence d'un passage piéton aurait pu favoriser une meilleure prévision de la part du conducteur ; le caractère éventuellement non optimal de leur positionnement ne pourrait être identifié que par une analyse plus étendue des sites et de leur fonctionnement.

Autres éléments explicatifs

- Petite taille de l'enfant contribuant à sa mauvaise visibilité à proximité de véhicules (9 cas),
- jeune âge du conducteur²¹ ayant favorisé un style de conduite offensif et une vitesse élevée (4 cas : 19 ans, 21 ans, 26 ans, cyclomotoriste de 14 ans),
- véhicule en stationnement isolé ou stationné dans un parking, faisant masque à la visibilité (3 cas ; en dehors des 7 cas mentionnés plus haut où la conception et l'organisation du stationnement peuvent être considérés comme des facteurs accidentogènes),
- grande habitude des lieux pour le conducteur (retour travail-domicile) favorisant un prélèvement limité d'information et un niveau de vitesse élevé (1 cas),
- conditions de visibilité défavorables (nuit, avec éclairage public) (1 cas).

²¹ Il s'agit bien entendu ici d'une formulation schématique, d'un raccourci : ce ne sont pas en eux-mêmes l'âge ni le sexe d'un jeune conducteur masculin qui induisent un style de conduite offensif ou une vitesse élevée, mais un ensemble de représentations relatives notamment à l'automobile et à son usage, qui ont souvent cours parmi de jeunes conducteurs masculins. La même remarque vaut pour les autres scénarios types où cette formulation schématique a été parfois également utilisée.

Autres aspects

- Prise d'information : en général, il semble que le piéton n'effectue pas de prise d'information (certain pour 6 cas et très probable pour 5 autres cas ; prise d'information effectuée dans 1 cas, éléments insuffisants pour conclure dans 5 cas),
- attention captée par un objectif (4 cas : domicile, magasin, véhicule devant passer prendre le piéton), une personne (2 cas : parent), par un objet (1 cas : ballon), un contexte ludique (2 cas) (dans 7 cas, les informations disponibles ne permettent pas de conclure sur ce point),
- décision de traversée reposant probablement sur une interprétation erronée du comportement de l'adulte accompagnant l'enfant (la mère de l'enfant, dont la visibilité est gênée par un véhicule en stationnement, s'avance sur le passage piéton pour mieux voir, et son enfant, qu'elle ne tient pas par la main, a dû penser alors qu'on pouvait traverser) (1 cas),
- stratégie de prise d'information inadaptée (non renouvelée à gauche) de la part du piéton (1 cas).

Dommages corporels

Il n'y a pas de cas mortel. Le piéton est atteint de blessures bénignes dans 6 cas (contusions, abrasions, plaies et hématomes superficiels, accompagnées dans deux de ces cas d'un léger traumatisme crânien sans perte de connaissance et sans conséquences). Dans deux autres cas, le traumatisme crânien donne lieu à une perte de connaissance initiale, mais reste sans suite. Enfin, le piéton est victime de fractures dans 5 cas. Dans 4 cas, l'information disponible est insuffisante.

Éléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 17 cas sont survenus en agglomération, et 12 d'entre eux dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Personnes accompagnant les enfants : mère (4 cas), père (1 cas), frère et amis (1 cas), amis (2 cas). Autre cas : frère aîné (adulte) dans une voiture passant prendre le piéton (1 cas). Présence de personnes accompagnant le piéton indéterminée dans 3 cas.
- Age du piéton (en années) : 3, 4, 5, 5, 5, 6, 7, 8, 8, 8, 8, 10, 10, 11, 11, 13, 18.
- Nuit dans 2 cas (avec éclairage public en fonctionnement).

Discussion

Ce scénario type est le plus représenté dans la population des accidents de piétons recensés en France (environ 10,4 % des cas). Des scénarios types similaires ont déjà été mentionnés dans des études antérieures portant sur des terrains d'analyse particuliers (voir par exemple : Brenac *et al.*, 1996 ; Brenac et Megherbi, 1996 ; Brenac et Yerpez, 1997 ; Tira et Brenac, 1999 ; Tira

et al., 1999). On peut aussi faire un rapprochement entre ce scénario type et l'un des types d'accidents (« Apparition soudaine/piéton se déplaçant rapidement ») obtenu par Schofer *et al.* (1995) dans une recherche portant sur des accidents impliquant des piétons de 5 à 12 ans, survenus dans la ville de Chicago.

Comme dans le scénario type précédent, l'apparition soudaine du piéton dans le champ de vision du conducteur, liée à la présence de masques à la visibilité (souvent des véhicules en stationnement, dans le présent scénario type) en général immédiatement adjacents à la voie de circulation du véhicule, surprend le conducteur et rend l'évitement de la collision difficile. Cependant, ici, le piéton traverse en courant, rendant son apparition au devant du véhicule encore plus rapide. L'évitement du choc est alors encore plus difficile et peut échouer même lorsque la vitesse du véhicule n'est pas élevée, ce qui peut contribuer à expliquer que l'on observe de tels accidents sur tous les types de voie urbaine, y compris ceux où la vitesse de circulation n'est pas très élevée, contrairement aux cas du scénario type 1, concentrés sur les plus grandes voiries.

D'autres éléments d'explication peuvent être néanmoins avancés, comme la présence probablement plus fréquente des enfants sur les voies de desserte par rapport aux voies principales : on peut noter en effet que pour les cas de traversée en courant, que l'on observe dans ce scénario type 2, les piétons impliqués sont souvent plus jeunes (3 à 10 ans dans 13 cas sur 17). Il en résulte aussi qu'ils peuvent être plus fréquemment masqués par des véhicules de tourisme (alors que pour les cas du scénario type 1, où les piétons traversent en marchant et sont en général des adolescents ou des adultes, les véhicules faisant masque sont le plus souvent des bus, des poids lourds ou des fourgons, qui sont aussi plus nombreux sur les voiries principales).

Concernant les possibilités de prévention adaptées à ce scénario type, il semble que l'on puisse envisager des mesures dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses. Le fait que certains de ces accidents surviennent sur des voiries de desserte à des vitesses modérées n'enlève rien au fait qu'une réduction de ces vitesses permettrait de réduire les risques de collision en augmentant le temps disponible pour la mise en œuvre d'une manœuvre d'urgence. D'ailleurs, Brilon *et al.* (1996) montrent que des aménagements de modération des vitesses dans des zones résidentielles entraînent des baisses notables et significatives des nombres d'accidents de tous types, mais plus particulièrement des accidents de piétons et de piétons enfants. D'autre part, 7 cas sur 17 se produisent néanmoins sur des voies principales, et 3 sur des voies d'importance intermédiaire. Concernant ce type de mesure, voir les éléments présentés dans la discussion relative au scénario type 1.
- L'amélioration de la conception, de l'organisation et de la gestion du stationnement, et en particulier : stationnement en encoches ou avancées de trottoir permettant d'interrompre les files de véhicules en stationnement

et de dégager ainsi des zones assurant une bonne visibilité mutuelle en section courante, et autres dispositions décourageant le stationnement à proximité des intersections, des passages piétons et des accès importants. Les avancées de trottoirs sont des aménagements souvent recommandés (voir par exemple : CETUR, 1983, 1989 ; GART, 2000 ; Herrstedt *et al.*, 1993 ; Schofer *et al.*, 1995, Tira et Ventura, 2000), pour leurs effets sur la visibilité, sur la réduction de la largeur à traverser, et pour leur contribution possible à la modération des vitesses. Leur utilisation a souvent été associée à l'aménagement des traversées de piéton, mais elle ne se limite pas à ce cas (voir par exemple CETUR, 1989) ; on peut d'ailleurs noter que les cas de ce scénario type sont pour la plupart des traversées hors passage piéton. Les évaluations de ces aménagements sont cependant rares, à notre connaissance (on peut citer néanmoins l'évaluation ponctuelle de Thompson et Heydon, 1991). Une autre solution est évoquée par certains auteurs (Duval, 1978, se référant à Snyder, 1972) : l'organisation du stationnement en épi, unilatéral, en sorte que le piéton traversant et le conducteur situé sur la première voie de circulation aient une meilleure visibilité mutuelle. La dissimulation de piétons traversants par des véhicules en stationnement, que l'on rencontre surtout dans ce scénario type et dans le scénario type 1, constitue très généralement un problème majeur pour la sécurité des piétons. Sur la base de la présente recherche, on peut estimer que les cas de piétons traversant masqués par des véhicules en stationnement (c'est à dire une partie des cas relevant des scénarios types 1 ou 2) représentent environ 10 % de l'ensemble des accidents de piétons recensés en France. Dans des contextes de grandes agglomérations, ce pourcentage est plus élevé. Par exemple dans le département des Bouches du Rhône, où le poids de la ville de Marseille est important, cette configuration représente 15 % des accidents de piétons (Brenac *et al.*, 1996). Cette tendance n'est pas propre à la situation française : par exemple, dans la ville de Philadelphie, on retrouve cette configuration dans 15 % des accidents de piétons de tous âges (et 22 % des accidents de piétons âgés de 5 à 18 ans) (Jordan, 1998).

- L'amélioration de la prise en compte de la visibilité des jeunes piétons. La taille des jeunes piétons les rend parfois plus difficilement visibles, en particulier en présence de véhicules stationnés (voir ci-dessus), mais également parfois du fait du mobilier urbain ou de la végétation. Au-delà des mesures concernant le stationnement, qui viennent d'être évoquées, la limitation de la hauteur des masques à la visibilité tels que les arbustes ou éléments de mobilier urbain, lorsqu'ils jouxtent les voies de circulation, est parfois recommandée (par exemple, une limite de hauteur de 60 cm est mentionnée dans les références : GART, 2000 ; CETUR, 1983, 1988 et CERTU, 1999). Il n'existe guère d'évaluation des effets de mesures visant à éliminer de tels obstacles à la visibilité ou à réduire leur hauteur. L'éventualité d'un effet indésirable d'augmentation des vitesses pouvant résulter d'un dégagement de la visibilité est parfois évoquée, mais à notre

connaissance, aucune étude n'a apporté d'éléments montrant des effets négatifs, sur les vitesses ou sur le risque d'accident, de dégagements de visibilité en section courante d'infrastructures urbaines. Certains résultats, comme ceux de Kockelke (1991), concernant il est vrai des problèmes de visibilité en approche d'intersection à priorité à droite en milieu urbain, tendraient plutôt à montrer que les vitesses sont plus élevées quand la visibilité est réduite, les possibilités d'interaction avec un autre usager apparaissant alors moins clairement²².

- L'apprentissage de la conduite. La faible expérience du conducteur est identifiée comme facteur accidentogène dans quelques cas de ce scénario type, où les jeunes conducteurs sont d'autre part surreprésentés (dans les mêmes proportions que pour l'ensemble des accidents de piétons). Nous pouvons ici aussi nous référer, comme nous l'avons fait pour le scénario type 1, aux travaux de Egberink *et al.* (1986), qui montrent que les jeunes conducteurs ont des comportements moins sûrs, en présence d'enfants piétons, que ceux de conducteurs plus âgés, et que cela ne s'explique pas par une différence de vitesse mais par une plus grande difficulté à détecter les jeunes piétons. On peut interpréter ces résultats, comme nous l'avons exposé plus haut, comme l'effet des liens entre l'accumulation de l'expérience de conduite et le développement d'attentes pertinentes – relatives en l'occurrence à la possibilité de surgissement d'un enfant en présence d'obstacles à la visibilité. Et pour ce scénario type également, on peut noter que la possibilité d'intégrer à la formation des jeunes conducteurs la connaissance de ces situations à risques et des pratiques défensives adaptées serait à explorer et à évaluer, les résultats positifs de ce type de démarche ayant déjà été mis en évidence dans certaines recherches (Fisher *et al.*, 2002).
- L'éducation des piétons. Dans ce scénario type 2, à la différence du précédent, le cas général paraît être l'absence de prise d'information de la part du jeune piéton, souvent liée également à une focalisation ou mobilisation de l'attention sur une autre personne, un objectif, une activité en cours, *etc.* L'absence de prise d'information par le piéton dans les accidents impliquant des enfants est un phénomène fréquent : Older et Grayson (1974) avaient déjà montré, par des entretiens auprès des victimes, que 39 % des enfants piétons impliqués dans des accidents (accidents piétons de tous types) n'avaient effectué aucune recherche d'information, et que 60 % n'avaient pas détecté le véhicule qui les a heurtés. Sur ce dernier point, Ocio (1972) rapporte des résultats similaires obtenus par K. Wallberg. Des

²² Dans une situation très différente, puisqu'il s'agit de l'approche d'un STOP sur une infrastructure de rase campagne au tracé rapide, Charlton (2003) a cependant montré sur un site ponctuel que la réduction de la visibilité a favorisé l'arrêt au STOP des véhicules non prioritaires et diminué le nombre d'accidents. Ce type de situation nous semble cependant très particulier et éloigné du contexte qui nous intéresse ici, qui est celui de l'interaction d'un véhicule et d'un piéton sur une infrastructure urbaine, généralement hors intersection.

observations de jeunes piétons en traversée de chaussée en situation courante montrent d'autre part que l'absence d'arrêt avant la traversée et l'absence de contrôle visuel sur le trafic sont des comportements très fréquents chez les enfants (Zeedyk *et al.*, 2002, concernant des enfants de cinq et six ans). La possibilité, par l'éducation au sens large, intégrant des exercices pratiques, d'obtenir une évolution des comportements des jeunes piétons, en particulier dans le sens d'une stratégie d'arrêt et de prise d'information à la ligne de vision (endroit d'où la visibilité sur le trafic devient dégagée), peut être déduite des résultats de la revue de Duperrex *et al.* (2002), qui se sont appuyés sur un recensement et une analyse des études d'évaluation les plus robustes (expérimentations avec randomisation). Comme nous l'avons mentionné plus haut, ces auteurs relèvent cependant aussi une érosion dans le temps des modifications de comportements produites par de telles actions, et notent qu'aucune étude n'a permis d'établir leurs effets sur les nombres d'accidents. Plus largement, l'implication particulière des jeunes piétons dans ce scénario type peut donner lieu à diverses réflexions sur les stratégies de prévention les concernant, et nous présentons plus bas quelques éléments de discussion sur ce sujet.

- L'éducation des parents. Le lecteur trouvera dans le paragraphe suivant quelques commentaires sur le rôle des parents, en matière de surveillance des enfants mais aussi concernant l'influence de leurs propres comportements de piéton sur la formation de leurs enfants. Notons cependant ici quelques particularités concernant ce scénario type : les personnes accompagnant les enfants jouent parfois dans ces accidents un rôle négatif, qu'il s'agisse de camarades de jeux focalisant toute l'attention du jeune piéton, dans le cadre d'une poursuite par exemple, ou d'un parent malencontreusement situé de l'autre côté de la rue et vers lequel le jeune enfant se précipite. Sur sept cas où un adulte ou un aîné est présent sur les lieux ou à proximité, l'enfant traverse pour le rejoindre dans 3 cas, et l'enfant est aux côtés de l'accompagnant dans 4 cas, échappant ensuite à sa surveillance. Dans une précédente recherche où nous avons mis en évidence un scénario type comparable (Brenac *et al.*, 1996), l'enfant traversait en courant pour rejoindre un de ses parents dans 4 cas sur 7 où la présence d'un adulte était attestée (et échappait à la surveillance de l'accompagnant dans les trois autres cas). La captation de l'attention par le jeu ou par une autre personne a été très tôt mise en évidence comme une des caractéristiques importantes des comportements de jeunes piétons (Sandels, 1975). La possibilité de modifier les comportements des adultes accompagnants, pour éviter certaines situations à risque (comme le fait de se situer de l'autre côté de la rue par rapport à son enfant), par des interventions en milieu associatif par exemple (association de parents d'élèves, *etc.*), reposant sur l'apprentissage de ces situations, serait à étudier (on peut se référer ici aussi aux perspectives ouvertes par les travaux de Fisher *et al.*, 2002).

Actions de prévention orientées vers les jeunes piétons, quelques commentaires

Certaines recherches insistent sur l'environnement psychologique et social des enfants, s'appuyant sur la mise en évidence de fortes corrélations entre les risques de blessures accidentelles des jeunes enfants, les risques d'autres types, la délinquance, et les caractéristiques sociales de leurs familles et des quartiers où ils résident. Ainsi les risques d'accidents de jeunes piétons (rapportés aux populations concernées) sont beaucoup plus importants dans les milieux familiaux difficiles (Sheehy, 1982), parmi les populations socialement défavorisées (Rivara et Barber, 1985 ; Pless *et al.*, 1987), dans les quartiers à faibles revenus ou plus généralement dans les quartiers socialement désavantagés (Dougherty *et al.*, 1990 ; Bagley, 1992). Concernant les populations socialement défavorisées, cela s'explique en partie par une plus grande exposition des enfants de ces milieux au trafic routier : Macpherson *et al.* (1998), par exemple, ont montré qu'à Montréal, le nombre de rues traversées quotidiennement par les enfants était négativement corrélé au statut socio-économique. Le plus faible niveau de motorisation des classes sociales défavorisées contribue sans doute en partie à accroître l'exposition des jeunes piétons au trafic. D'autre part, ces résultats ne sont pas totalement dissociables des caractéristiques urbaines des quartiers défavorisés, où l'absence d'espaces extérieurs privés, par exemple, conduit les enfants à jouer ou à se déplacer davantage dans l'espace public. Cependant, Bagley (1992) a montré que, même parmi les enfants d'un même quartier, on trouve davantage de jeunes piétons victimes d'accidents dans les familles les plus défavorisées socialement et dans les familles monoparentales. Et Laloo *et al.* (2003) ont établi que certaines caractéristiques comportementales (l'hyperactivité en particulier) sont associées à un risque plus élevé d'accident de la circulation et d'accident de tout type, et sont plus communes dans les classes sociales les plus défavorisées, dans les familles bénéficiant d'aides sociales, et dans les familles monoparentales ou recomposées. Même si les questions de l'influence des formes urbaines et du rôle de la motorisation dans l'exposition au trafic restent à examiner plus précisément, cet ensemble de recherches tend néanmoins à montrer qu'un environnement psychologique, familial et/ou social difficile contribue à favoriser des comportements présentant davantage de risques de la part de jeunes piétons. Du point de vue de l'action, ces recherches suggèrent que les interventions en faveur de la sécurité des jeunes piétons dans le trafic pourraient être replacées dans le contexte plus général de l'action sociale en direction des milieux et des quartiers défavorisés (Bagley, par exemple, fait référence à des programmes sociaux initialement conçus en réponse aux problèmes d'abus et de négligence concernant les enfants), et à un niveau plus élevé, elles conduisent à mettre en question certains choix de politique économique et sociale et de politique urbaine.

Concernant les aspects plus strictement psychologiques, l'implication particulière des jeunes enfants dans les accidents de piétons, et les conditions de cette implication, ont souvent donné lieu à une interprétation – se référant de façon plus ou moins pertinente au modèle piagétien du développement

psychologique de l'enfant – selon laquelle cette implication résulterait de difficultés fonctionnelles des enfants attribuables aux limites de leur développement neuro-psychologique (voir en particulier : OCDE, 1983 ; Sandels, 1975). Cette interprétation marque encore fortement des publications récentes (*cf.*, par exemple, Muttart, 2000a). Le risque des jeunes piétons et leurs comportements dans la circulation s'expliqueraient dans ce cadre par diverses caractéristiques et limites liées à leur stade de développement : leurs capacités en matière de recherche d'information, de prélèvement d'information, de traitement de l'information (évaluation des distances et des vitesses, notamment), leur rapidité dans le traitement de l'information, leurs habiletés motrices, leur capacité attentionnelle, certains traits de leurs comportements (« egocentrisme », impulsivité), *etc.*, seraient alors principalement le résultat de leur niveau de maturation neuro-psychologique. Ce processus de maturation semble être vu par certains auteurs sous un angle très naturaliste, ceux-ci se référant à une vision presque exclusivement biologique et neurologique du développement (voir en particulier la revue de Muttart, 2000a). Les conceptions plus proprement piagétienne se réfèrent à un « processus général d'adaptation à et par l'expérience » (traduit de Demetre, 1997, p. 264), mais ce processus est considéré dans son ensemble, l'expérience du monde et l'adaptation induisant un niveau de développement, déterminant lui-même les capacités de l'enfant. Dans les deux cas, le rôle d'apprentissages spécifiques (comme celui de la circulation automobile) apparaît alors comme mineur. Certaines logiques d'action, relatives par exemple à la surveillance des enfants par les parents, à la réduction de l'exposition des enfants à la circulation, pourraient alors sembler préférables à celles reposant sur l'apprentissage. Certains programmes d'éducation impliquant les parents, comportant des enseignements et des exercices pratiques, ont donné lieu à des résultats dans ce domaine : par exemple, Cross *et al.* (2000)²³ ont montré que des enfants soumis à un tel programme avaient ensuite davantage tendance à traverser la rue avec la supervision d'un adulte, et à jouer à distance des voies de circulation. Les effets à long terme du développement de la surveillance parentale et de la limitation de l'exposition peuvent cependant être mis en question, si l'on considère qu'ils peuvent conduire à limiter l'apprentissage du trafic (Klöckner, 1998). D'autre part, comme le montrent Wills *et al.* (1997), pour un jeune piéton, « faire l'objet d'une surveillance ne garantit pas une protection vis-à-vis du risque de blessure » (p. 136), ce que les résultats exposés plus hauts concernant ce scénario type 2 montrent aussi.

Les recherches actuelles (voir par exemple : Granié et Assailly, 2003 ; Connelly *et al.*, 1998 ; Demetre, 1997 ; Thomson *et al.*, 1996 ; Parsonson et Naughton, 1988 ; Young et Lee, 1987 ; OCDE, 1998) portent en général un

²³ On pourrait citer ici également les travaux de Thomson (1997), qui montrent que des stratégies de choix d'itinéraire, visant à éviter certains lieux et aménagements, pouvaient être enseignées efficacement aux jeunes enfants.

regard plus critique sur cette vision du développement cognitif de l'enfant. Elles se réfèrent souvent à des travaux plus tardifs en psychologie du développement (par exemple Vygotsky, 1978, et Siegler, 1982, cités par Demetre, 1997 ; Gelbman et Baillargeon, 1983, et Kuhn, 1988, cités par Connelly *et al.*, 1998). Elles tendent plutôt à considérer le risque et les comportements des jeunes enfants dans le trafic comme résultant d'un manque d'expérience suffisante ou de compétences dans ce domaine²⁴. Cette perspective, davantage que la précédente, conduit à considérer que le développement de comportements plus sûrs de la part des jeunes enfants est accessible par les moyens d'une éducation spécifique. Les revues de résultats concernant l'impact des actions d'éducation des enfants à la sécurité ont souvent donné lieu à des conclusions mitigées. Concernant les programmes antérieurs aux années 1980, Preston (1980) a mis en évidence les résultats décevants des mesures d'éducation des enfants en Grande-Bretagne, des résultats modestes mais positifs étant cependant relevés aux Etats-Unis (Blomberg *et al.*, 1975 ; Duecker, 1981 ; cités par Malek *et al.*, 1990), y compris en matière de réduction des risques d'accidents (Fortenberry et Brown, 1982 ; Preusser et Blomberg, 1984), ces résultats plus favorables étant peut-être à rapprocher du fait que ces actions ont pu s'appuyer fortement sur les très importants travaux de la N.H.T.S.A. concernant les investigations approfondies sur les accidents de piétons (Snyder et Knoblauch, 1971)²⁵. Si un enseignement théorique peut développer les connaissances des enfants dans ce domaine, on considère en général que l'impact sur les comportements effectifs dans la circulation est souvent limité (Gegersen et Nolén, 1994 ; Rothengatter,

²⁴ La forte baisse de la part des enfants de 5 à 9 ans parmi les piétons victimes d'accidents, qui est passée en France de 17,5 % en 1980 à 11,8 % en 1996 (et à 9,8 % en 2001) est parfois évoquée pour montrer la faible pertinence de l'interprétation par l'immaturité, qui tend à imputer les risques des jeunes piétons à des invariants neuro-psychologiques associés aux différents stades de leur développement. Cette baisse pourrait en effet rendre compte des effets d'un accroissement de l'expérience spécifique, les jeunes piétons de 5 à 9 ans d'aujourd'hui, par exemple, étant plus fortement ou précocement imprégnés des contraintes de la circulation, auraient une plus grande expérience que les piétons du même âge en 1980 (ou intégreraient l'expérience de parents eux-mêmes plus expérimentés qu'il y a une vingtaine d'années). Nous avions montré dans une recherche antérieure (Brenac, 1989), par un argument similaire (la forte baisse du risque relatif d'accident par kilomètre parcouru des conducteurs âgés), que le risque d'implication des conducteurs âgés ne pouvait pas être expliqué par des invariants bio-psychologiques liés au processus de vieillissement, mais devait être attribué à un déficit d'expérience cumulée dans ces classes d'âge, ce déficit s'atténuant avec les nouvelles générations de conducteurs âgés qui ont eu un accès plus précoce et général à l'automobile. Cependant, dans le cas des jeunes piétons, cet argument ne paraît pas encore clairement établi dans la mesure où une grande partie de cette baisse de la part des enfants parmi les piétons victimes d'accidents s'explique vraisemblablement par la forte baisse de leur exposition au trafic, du fait de la croissance des pratiques d'accompagnement automobile des enfants, sur les lieux d'étude notamment (Papon, 1997 ; Klöckner, 1998). Roberts (1993), dans une recherche portant sur les causes de la baisse de mortalité des enfants piétons, conclut que la réduction de l'exposition au trafic est l'explication la plus plausible.

²⁵ L'intérêt de la prise en compte des connaissances sur les processus d'accidents dans la mise en place et dans les contenus des actions éducatives, par opposition à la seule considération de règles comportementales, est d'ailleurs suggérée par d'autres recherches (Granié et Assailly, 2003).

1981, 1984). Néanmoins Van Schagen et Rothengatter (1997) montrent que sous certaines conditions un enseignement dispensé en classe peut être efficace. Des exercices pratiques, en situation réelle ou simulée, ont une influence plus forte sur les comportements des jeunes piétons (Rothengatter, 1984 ; Young et Lee, 1987 ; Demetre *et al.*, 1993 ; voir aussi la revue de Duperrex *et al.*, 2002). Les résultats sont très variables selon les études, mais des effets positifs ont été mis en évidence, en particulier concernant les stratégies d'arrêt et de prise d'information à la « ligne de vision » (Duperrex *et al.*, *ibid.*), et la phase de décision de traversée en fonction des créneaux dans la circulation (Young et Lee, 1987 ; Van Schagen, 1988). Cependant, dans leurs revues de la littérature, Connelly *et al.* (1998) et Duperrex *et al.* (2002) notent, comme nous l'avons déjà évoqué plus haut, que dans la plupart de ces études les améliorations de comportement mises en évidence ont tendance à s'atténuer ou à disparaître ensuite dans le temps, et que les effets sur la réduction des nombres d'accidents n'y sont généralement pas établis. Et il n'est pas certain qu'une modification même pérenne des comportements observés se traduise nécessairement par une réduction du risque d'accident (O.C.D.E., 1990, 1998). On peut noter que les résultats concernant l'éducation à la sécurité des adolescents semblent peu favorables ou du moins n'ont pas été clairement établis : par exemple Alauzet *et al.* (1993) font état d'un résultat très partiel, et Duperrex *et al.* (2002) ne trouvent aucun effet significatif sur les comportements dans les études d'évaluation qu'ils ont sélectionnées (expérimentations avec randomisation) concernant les 10-14 ans et les 15-20 ans.

D'autre part, la mise en œuvre de programmes d'éducation comportant une partie pratique, touchant une part importante de la population des enfants, à intervalles réguliers pour limiter l'érosion des effets produits, paraît difficile. Une des stratégies développées pour traiter ce problème d'échelle est la mise en place de « traffic safety clubs », associations destinées à améliorer les connaissances et comportements des enfants en matière de sécurité routière en impliquant également les parents et familles. En particulier, les expériences britanniques (West *et al.*, 1993) et suédoises (Gregersen et Nolén, 1994) ont fait l'objet de publications. Les résultats de l'expérience suédoise, relativement étendue puisque environ 20 % des enfants suédois étaient membres du club, ont mis en évidence que les membres du club n'avaient pas un risque d'accident moins élevé que les non-membres (et même qu'ils avaient un risque supérieur), l'usage des équipements de sécurité étant par contre plus élevé parmi les membres. Ces auteurs avancent différentes hypothèses pour expliquer ce résultat : par exemple, il est possible que les membres surestiment leurs capacités dans le domaine de la circulation routière du fait de leur appartenance au club ou de l'éducation reçue dans ce club. Concernant l'expérience anglaise, West *et al.* (1993) mentionnent des effets positifs sur les comportements rapportés. Par comparaison avant-après entre une région touchée par l'expérience (50 % de membres) et des régions non concernées (aucun membre), Bryan-Brown (1995, cité dans OCDE, 1998) conclut à un effet sur les accidents, concernant uniquement la catégorie des accidents où le jeune piéton est masqué à la vue du conducteur (réduction de 20 %).

Une autre voie consiste à s'intéresser davantage aux rôles des parents et éducateurs (à ce sujet voir par exemple : Assailly, 1997, 1992, se référant à la théorie de l'apprentissage social : Bandura, 1977), qui peuvent sans doute avoir une influence plus continue sur les jeunes piétons, ainsi qu'aux processus d'imitation et d'identification et aux relations affectives entre parents et enfants, qui contribuent à modeler les comportements des enfants. Les travaux de Lam (2000, 2001), visant à expliciter les conditions favorisant des comportements sûrs des parents, en tant que piéton, lorsqu'ils sont en présence de leurs enfants, s'inscrivent dans cette logique, ainsi que ceux de Zeedyk et Kelly (2003)²⁶. Cependant cette approche conduit à déplacer les interrogations concernant l'efficacité des actions d'éducation visant les enfants piétons, vers la question des moyens de modifier les comportements des piétons adultes. Or dans ce domaine, très peu de recherches ont été réalisées. Il est *a priori* moins aisé de toucher une large population d'adultes dans un même cadre institutionnel, contrairement aux enfants pour qui le cadre scolaire peut être un support aux actions d'éducation à la sécurité routière. On peut alors se tourner vers les campagnes de communication, mais il est généralement reconnu que « dans les études où la seule stratégie d'intervention réside dans les campagnes dans les *mass media*, les effets rapportés sont en général faibles ou inexistantes » (OCDE, 1994, p. 73), même si ces effets sont plus importants lorsqu'une telle stratégie est associée à d'autres actions (comme la répression) (Delhomme et Meyer, 2000).

Il est important de noter que de très nombreux auteurs – en particulier ceux qui ont procédé à de larges revues de la littérature concernant les comportements des enfants dans la circulation, les actions d'éducation et les mesures préventives – suggèrent qu'en matière de prévention des accidents de jeunes piétons, il peut être plus efficace et préférable de recourir à des mesures environnementales et concernant les comportements des conducteurs²⁷ (Howarth, 1985 ; Engel, 1988 ; Cambon de Lavalette et Laya, 1988 ; Malek *et al.*, 1990 ; Pitt *et al.*, 1990 ; Connelly *et al.* 1998 ; Duperrex *et al.*, 2002 ; d'autres auteurs, sans prendre explicitement cette position, mettent cependant aussi l'accent sur de telles mesures, comme par exemple Preston, 1994).

²⁶ Les travaux de Lam tendent à montrer, à partir de l'étude de comportements déclarés, que la perception de l'environnement routier comme étant dangereux est la variable la plus explicative d'un comportement sûr des parents en tant que piétons, en présence de leurs enfants, après contrôle de l'effet de diverses autres variables ; par contre la connaissance des règles du code de la route ne paraît pas associée à un comportement plus sûr (Lam, 2000). Lam montre d'autre part que diverses variables, en particulier l'âge de l'enfant et l'environnement routier du lieu d'habitation, influent sur la perception des dangers de cet environnement par les parents (Lam, 2001). D'autre part, Zeedyk et Kelly (2003), se fondant sur l'observation des comportements de traversée de couples adulte-enfant, montrent que les adultes fournissent aux enfants de « raisonnablement bons modèles de comportement de piéton », même s'ils ne saisissent que rarement l'opportunité d'une traversée pour enseigner explicitement les questions de sécurité aux enfants.

²⁷ Notons que cette position n'est pas cantonnée aux publications anciennes, ni à celles qui se réfèrent à une interprétation des difficultés fonctionnelles rencontrées par les jeunes piétons dans la circulation reposant sur la notion de maturation.

Scénario type 3

Le scénario type 3 est présenté ci-dessous. Les cas qu'il rassemble surviennent généralement en intersection ou à proximité, dans des conditions de fort trafic, et l'obstruction à la visibilité y est ici constituée par un ou plusieurs véhicules intégrés à la circulation générale.

Scénario type 3 (décrit sur la base de 12 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération (11 cas), **sur une voie principale** (11 cas, dans un autre cas, il s'agit d'une voie d'importance intermédiaire), **le plus souvent bordée de commerces** (7 cas). **Un piéton s'apprête à traverser la chaussée, le plus souvent en intersection** (7 cas) **ou à faible distance d'une intersection** (5 cas). **La circulation est dense à très dense, la chaussée souvent large** (nombre total de voies supérieur à deux – y compris voies spécialisées – dans 8 cas, deux voies de plus de sept mètres hors stationnement dans 1 cas).

Situation d'accident

Le piéton, profitant en général d'un arrêt de la circulation sur une ou plusieurs files (10 cas, fort ralentissement dans un autre cas) **engage sa traversée en passant entre ou devant des véhicules arrêtés** (ou fortement ralentis), souvent en courant (5 cas, deux cas indéterminés). **Il arrive sur une partie de la chaussée sur laquelle circule un véhicule** (voie de sens inverse dans 6 cas, voie de même sens dans 4 cas dont un où il s'agit d'une bande cyclable où circule un deux-roues ; dans deux autres cas, il s'agit d'un deux-roues remontant la file sur l'axe de la chaussée). **La détection mutuelle des deux protagonistes est très tardive ou nulle, du fait du masque constitué par un des véhicules arrêtés** ou fortement ralentis (12 cas, dont : camion, bus, parfois 4 x 4 ou camionnette, dans 7 cas), **généralement dans une file en attente à un carrefour** (9 cas) ou du fait d'une saturation plus globale (3 cas).

Situation d'urgence

En général, le conducteur n'a pas le temps de mettre en œuvre une manœuvre d'urgence (6 cas + 2 cas plus incertains ; freinage dans 1 cas, déport latéral dans 1 cas, indéterminé dans 2 cas).

Situation de choc

Le véhicule heurte généralement le piéton. (Dans un cas, il l'accroche légèrement et le fait chuter ; dans un cas, le véhicule roule sur le pied du piéton).

Facteurs accidentogènes

- Plusieurs voies de même sens, ou grande largeur de voie (ou évasement excessif en entrée d'un carrefour), ayant favorisé la formation de files multiples de même sens, ou la remontée de file par des deux-roues motorisés, contribuant ainsi à générer des effets de masque (5 cas),
- absence de refuge (au niveau du changement des sens de circulation) sur un passage piéton (4 cas) : un tel refuge aurait contribué à améliorer la visibilité mutuelle en éloignant les deux files de circulation de sens opposé et favorisé l'arrêt du piéton pour un complément de prise d'information (3 cas), ou contribué à éviter la remontée d'une file par un deux roues circulant sur l'axe (1 cas) ; dans tous ces cas, la chaussée est d'une largeur supérieure à huit mètres ;
- conditions d'approche rapides et/ou chaussée relativement large ayant favorisé la pratique d'une vitesse relativement élevée sur certaines files, malgré la circulation dense (3 cas),
- très grand nombre de voies en section courante (2 cas), ou complexité et étalement d'un carrefour (1 cas), ayant rendu la prise d'information difficile pour le piéton,
- éclairage spécifique d'un passage piéton dans une zone non éclairée, ayant contribué – en sus du masque à la visibilité – à la non-détection d'un piéton traversant en aval (1 cas),
- jeune âge et inexpérience du piéton favorisant des insuffisances dans le prélèvement d'information (4 cas), se traduisant le plus souvent par une prise d'information sommaire en cours de traversée, celle-ci étant effectuée en courant (dans 3 cas sur 4),
- faible expérience du conducteur de nature à limiter sa capacité de prévision vis-à-vis d'un piéton débouchant de derrière un véhicule sur un passage piéton (1 cas),
- passages piétons : dans certains cas la présence d'un passage piéton aurait pu favoriser une meilleure prévision de la part du conducteur ; le caractère éventuellement non optimal de leur positionnement (qui semble certain pour 1 cas) ne pourrait être identifié que par une analyse plus étendue des sites et de leur fonctionnement (concernant 6 autres cas) ; mais il s'agit fréquemment de voies commerçantes où la pertinence de passages piétons ponctuels pourrait être discutée au regard de solutions plus radicales de modération de la circulation.

Autres éléments explicatifs

- Grande dimension de certains types de véhicule (poids lourds, bus, 4 × 4) favorisant la dissimulation des piétons à la vue d'autres conducteurs (7 cas),

- conditions dégradées de visibilité (2 cas : nuit et pluie avec éclairage public allumé ; nuit et chute de neige, en aval d'un éclairage ponctuel spécifique – voir plus haut ; et un autre cas possible : nuit, temps couvert et chaussée mouillée, avec éclairage public allumé) ayant contribué – en sus du masque à la visibilité – à la non-détection du piéton,
- grande manœuvrabilité (gabarit limité, capacités d'accélération dans le cas des motocyclettes) des deux-roues motorisés les incitant à dépasser des files de circulation (2 cas),
- petite taille des enfants contribuant à leur mauvaise détection lorsqu'ils sont derrière un véhicule léger (2 cas),
- jeune âge d'un conducteur de cyclomoteur ayant favorisé un style de conduite rapide et offensif (1 cas),
- grand âge du piéton (1 cas),
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'une manœuvre de freinage d'urgence (1 cas).

Autres aspects

Le piéton semble effectuer généralement une prise d'information, même si elle est parfois sommaire (piéton courant, 5 cas, attention peut-être en partie captée par un objectif de l'autre côté de la rue, 4 cas : bus, commerce, parent), ou soumise à de très fortes contraintes (très nombreuses files, carrefours complexes, 3 cas), et toujours entravée par les masques à la visibilité.

Dommmages corporels

Un cas mortel a été constaté. Il concerne un piéton de 79 ans, la vitesse du véhicule heurtant étant probablement relativement élevée (de l'ordre de 50 km/h selon des témoins), et aucune manœuvre d'urgence n'ayant permis de diminuer la vitesse avant le choc.

Le piéton est atteint de blessures bénignes (contusions, plaies et hématomes superficiels) dans 2 cas. Dans 8 cas le piéton est plus sérieusement touché (fractures). Dans un cas, il est atteint d'une entorse cervicale C3-C4 de gravité non déterminée.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 11 cas sur 12 surviennent en agglomération, dont 9 dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Le piéton traverse sur un passage piéton dans 5 cas.
- Age du piéton (en années) : 9, 10, 12, 12, 20, 21, 28 et 32, 34, 52, 55, 66, 79.
- Concernant les piétons enfants (âgés ici de 9 à 12 ans) : ils sont seuls dans 2 cas, dans 1 cas un enfant est accompagné d'autres membres de sa

famille (oncle, cousins) et dans 1 cas, le père du jeune piéton l'attend de l'autre côté de la rue (sortie d'école).

- Nuit dans 3 cas (avec éclairage public en fonctionnement dans 2 de ces cas ; cas restant : pas d'éclairage en section courante, avec éclairage ponctuel d'un passage piéton à quelque distance en amont de l'accident).

Discussion

On peut estimer que ce scénario type correspond à environ 4,6 % des accidents corporels de piétons recensés en France (voir chapitre 2). Un scénario type similaire avait été mis en évidence dans une étude antérieure se limitant au département des Bouches du Rhône (Brenac *et al.*, 1996).

A la différence des scénarios types précédents, le piéton traverse ici au milieu d'une circulation dense, et c'est après avoir franchi une file de véhicules ralentis ou arrêtés, en intersection ou à proximité, qu'il est heurté sur une file de circulation plus rapide²⁸. Surgissant soudainement sur cette voie (autre file de même sens, voie de sens opposé ; ou couloir de bus : cf. Brenac *et al.*, 1996) il surprend alors un conducteur y circulant, éventuellement assez rapidement. Une autre configuration est la remontée d'une file de véhicules arrêtés ou ralentis par un deux roues, circulant sur l'axe de la chaussée ou sur la droite, surpris par un piéton traversant entre les véhicules.

Des possibilités de prévention paraissent envisageables notamment dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses. Comme dans la plupart des scénarios types où un piéton apparaît soudainement dans le champ de vision du conducteur, la vitesse détermine le temps disponible pour le conducteur pour engager une manœuvre d'urgence et tenter d'éviter la collision. Toutes les mesures permettant de réduire les vitesses pratiquées paraissent donc *a priori* de nature à réduire le risque d'accident relevant de ce scénario type. D'autant que ces accidents se produisent souvent sur des voies principales dont le large dimensionnement, s'il ne permet pas d'éviter la formation de files d'attente (souvent liées à une intersection proche) pour un sens de circulation, peut favoriser au contraire la vitesse sur d'autres files ou pour l'autre sens de circulation, ou sur certaines voies spécialisées peu occupées comme les bandes cyclables ou les couloirs de bus. Concernant les effets des mesures entraînant une diminution des vitesses,

²⁸ On peut relever cependant une parenté avec quelques cas du scénario type 1 dans lesquels le piéton est initialement masqué par des véhicules arrêtés sur la chaussée : mais il s'agit alors de véhicules s'abstrayant de la circulation (bus arrêté à un arrêt de transports collectifs, camion arrêté pour livraison), et perçus comme tels par le piéton traversant, et ces véhicules sont souvent déportés sur la droite de la chaussée. D'autre part la circulation n'est pas particulièrement dense dans ces cas, et ils se produisent généralement hors intersection. Enfin, les possibilités de prévention sont notablement différentes.

se reporter aux références mentionnées dans la discussion consacrée au scénario type 1.

- La réduction des nombres de voies. En particulier, le passage de configurations à 2×2 voies ou 4 voies (2 dans chaque sens) à 2×1 voies (une voie par sens), accompagné de la création d'un terre-plein central, paraît de nature à améliorer la sécurité, y compris celle des piétons, si l'on considère les bilans avant-après obtenus sur plusieurs opérations de ce type réalisées sur des voies urbaines (supportant jusqu'à 20 000 véh./j) et recensées dans la référence : CERTU, 1994. Ce type de configuration permet en effet d'éviter la juxtaposition de voies de même sens où les vitesses sont très différentes et favorisant les effets de masque ; le terre-plein central est une disposition utile : en son absence, la réduction du nombre de voies ne ferait que déplacer le problème (la juxtaposition de voies de sens opposé étant aussi une configuration peu favorable, pour ce scénario type, voir ci-dessous). Pour de très forts trafics, selon la configuration du réseau environnant, des reports de trafic sur d'autres voiries sont vraisemblablement possibles et peuvent présenter des risques ; cependant, quelques opérations montrent qu'il est possible, au moins dans certaines conditions, de passer de 2×2 voies à 2×1 voies sans diminution du trafic écoulé pour des volumes aussi élevés que 40 000 véh./j (GART, 2000).
- La mise en place d'aménagements centraux (refuges, îlots en saillie, terre-pleins, etc.). Dans la moitié des cas de ce scénario type, le piéton, après avoir traversé entre des véhicules arrêtés, débouche directement sur la voie de sens opposée où la circulation est fluide. L'aménagement central, créant un espace entre les deux sens de circulation, limite la possibilité d'un surgissement brutal d'un piéton traversant entre des véhicules ralentis, devant un conducteur circulant sur la voie opposée. Il peut limiter aussi, sans les éliminer, les comportements de remontées de file de véhicules ralentis par des deux roues circulant à leur gauche. L'implantation d'aménagements centraux sur l'ensemble d'une section de voie (souvent recommandée : voir par exemple : Tira et Ventura, 2000 ; GART, 2000 ; CETUR, 1989) a été largement utilisée dans les opérations « Ville plus sûre, quartiers sans accidents », avec des résultats positifs²⁹ mais souvent difficilement dissociables de l'effet des autres mesures d'aménagement concomitantes (CERTU, 1994). La mise en place, sur l'axe des chaussées au niveau des traversées piétonnes, de refuges pour les piétons protégés par des îlots en saillie est fréquemment recommandée (Busi et Tira, 2001 ; Tira et Ventura, 2000 ; GART, 2000 ; Schofer *et al.*, 1995 ; Herrstedt *et al.*, 1993 ; IHT, DoT, 1987 ; CETUR, 1988 ; CETUR, 1983). Cependant, il n'existe que peu d'études d'évaluation (au-delà de l'étude de Zegeer *et al.*, 2001, qui montre

²⁹ Sauf dans certains cas où ces aménagements centraux étaient constitués de simples marquages.

l'effet positif des refuges ou terre-pleins centraux sur les rues à 3 voies et plus) qui aient démontré l'effet positif de ces mesures³⁰.

- L'éducation des piétons. Dans les cas de ce scénario type, la prise d'information semble généralement sommaire, et le piéton ne s'arrête pas à la « ligne de vision » après avoir franchi la file de véhicules arrêtés ou ralenti ; il court dans 5 cas sur 12. Comme nous l'avons exposé dans la discussion relative au scénario type 2 (à laquelle nous renvoyons le lecteur), certaines actions d'éducation paraissent susceptibles de faire évoluer les comportements dans le sens d'un arrêt et d'une prise d'information à la « ligne de vision » ; mais la durabilité de cette modification des comportements, comme ses effets sur le risque d'accident, ne sont pas établis. D'autre part les accidents de ce scénario type concernent quelques enfants de 9 à 12 ans et des adultes, et les effets des mesures d'éducation sur ces classes d'âge n'ont pas été établis (Duperrex *et al.*, 2002 ; dans l'hypothèse d'une inefficacité des mesures d'éducation touchant les 10 ans et plus, un effet pourrait néanmoins être attendu concernant ce scénario type si l'éducation des plus jeunes – 5 à 9 ans, par exemple – se traduisait par une évolution particulièrement durable de leurs comportements, se prolongeant dans la période de l'adolescence).
- L'apprentissage de la conduite. La faible expérience du conducteur est mise en évidence comme facteur accidentogène dans un des cas relevant de ce scénario type. Plus généralement les jeunes conducteurs y sont plutôt surreprésentés, dans les mêmes proportions que pour l'ensemble des accidents de piétons. On peut penser que l'intégration, dans la formation des conducteurs, de la connaissance de cette situation « à risque » (piéton débouchant entre des véhicules circulant dans une autre file de circulation) et des pratiques défensives adaptées (stratégie de recherche d'information, gestion de la vitesse, *etc.*) serait de nature à améliorer les capacités de prévision et de gestion de ce type de situation par les conducteurs ; ce type de perspective a déjà été évoqué pour d'autres scénarios types, et fait référence aux travaux de Fisher *et al.* (2002).

³⁰ Des réserves apparaissent même dans certaines références (Busi et Tira, 2001 ; MOPTMA, 1996), s'appuyant notamment sur les travaux de Thompson *et al.* (1990), qui ont évalué un programme d'environ 25 aménagements de voies urbaines avec implantation de refuges ponctuels tous les 100 m, dans le comté du Nottinghamshire en Grande Bretagne. Sur l'ensemble des voies traitées, ces auteurs mettent en évidence une évolution favorable, mais statistiquement non significative, des accidents sans piétons, mais aucune réduction du nombre d'accidents de piétons. Cependant, il est difficile d'en tirer des conclusions dépassant le cadre de la Grande-Bretagne, où les refuges sont utilisés à la place des traversées formelles de type « zébras » lorsque celles-ci ne sont pas « justifiées » (IHT, DoT, 1987 ; Thompson *et al.*, 1990) : aucun passage piéton n'est mis en place au droit de ces refuges ponctuels, que les piétons ne sont donc pas explicitement incités à emprunter.

Scénario type 4

(décrit sur la base de 9 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule en agglomération sur une voie principale, comportant souvent plusieurs files de circulation dans le même sens (5 cas) ou deux voies larges (4 cas, largeur totale de 7,80 m à 11 m), et généralement hors intersection (7 cas). Un piéton, le plus souvent jeune (4 cas d'enfants non accompagnés, de 7 à 13 ans ; 2 cas d'enfants traversant en compagnie d'un adulte), s'apprête à traverser la chaussée sur un passage piéton.

Situation d'accident

Le piéton s'engage après qu'un conducteur (véhicule 2) s'arrête pour le laisser passer, et poursuit sa traversée alors que le véhicule 1 survient et dépasse la voiture arrêtée. Le piéton, masqué par la voiture à l'arrêt, n'est perçu que très tardivement (ou pas du tout dans un cas).

Situation d'urgence

Le conducteur effectue souvent un freinage d'urgence (4 cas certains, deux cas indéterminés ; dans trois cas, il n'y a pas de manœuvre d'urgence). Réaction du piéton en situation d'urgence : voir plus loin « Autres aspects ».

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton.

Facteurs accidentogènes

- Voies multiples de même sens, favorisant le dépassement d'un véhicule arrêté pour laisser passer un piéton, et contribuant à une prise en compte insuffisante des piétons par les conducteurs (5 cas : trois cas d'infrastructures à quatre voies et terre-plein central, un cas de trois voies, un cas de rue à deux voies en sens unique) ; dans deux de ces cas au moins, cette caractéristique a contribué à la pratique de vitesses élevées ; cette caractéristique rend également plus difficile l'évaluation de la situation par le piéton (dans au moins 2 cas), surtout lorsqu'il s'agit d'enfants ;
- rue comportant deux voies larges, favorisant le dépassement d'un véhicule arrêté pour laisser passer un piéton, et contribuant à une prise en compte insuffisante des piétons par les conducteurs (4 cas : largeurs totales de 7,80 m, 8,70 m, 9,70 m et 11 m) ; dans deux de ces cas, cette caractéristique, couplée avec une approche rectiligne ou un contexte

- d'heure creuse, a favorisé une vitesse élevée par rapport à l'environnement ;
- infrastructure pénétrante très large (quatre voies de 3,30 m avec terre-plein central) et roulante dans une zone commerciale en périphérie d'agglomération, ayant contribué à la pratique d'une vitesse particulièrement élevée (90 km/h d'après les traces),
 - absence de refuge piéton sur un passage piéton traversant une chaussée large, ayant favorisé la manœuvre de dépassement (4 cas : deux voies de 7,80 m, 8,70 m, 9,70 m, 11 m) ou compliqué la prise d'information pour le piéton (1 cas : trois voies de 9,20 m),
 - jeune âge et inexpérience du piéton entraînant des difficultés concernant la prise d'information, l'évaluation des situations et la prise de décision : la décision de s'engager est fortement conditionnée par l'arrêt et l'invitation à traverser d'un automobiliste, et favorisée par un excès de confiance dans la « protection » attribuée au passage piéton, et elle peut être prise alors que la situation n'est pas bien contrôlée (4 cas probables) ; cela peut conduire à ne réaliser une seconde prise d'information que de façon tardive et sommaire (en cours de traversée) ; dans 2 autres cas, la décision de poursuivre la traversée ou de reculer repose en tout ou partie sur un adulte accompagnant l'enfant, conduisant soit à une hésitation (liée à un désaccord), soit à la non-réalisation d'une manœuvre d'urgence (recul), l'enfant n'assurant pas de contrôle sur la circulation (contrôle délégué à l'adulte accompagnant) ;
 - inexpérience ou expérience limitée du conducteur, de nature à limiter ses capacités de prévision ou d'anticipation (5 cas : cyclomotoriste de 15 ans, cyclomotoriste de 16 ans, cyclomotoriste de 17 ans, cycliste de 18 ans, femme de 35 ans sans permis ayant exceptionnellement pris le volant).

Autres éléments explicatifs

- Petite taille des enfants favorisant leur mauvaise détection lorsqu'ils sont derrière un véhicule léger (4 cas),
- jeune âge du conducteur ayant favorisé un style de conduite rapide et offensif (2 cas certains, automobiliste masculin de 25 ans, cyclomotoriste de 16 ans, et 2 cas possibles, cyclomotoristes de 15 ans et 17 ans),
- gabarit et manœuvrabilité des deux-roues motorisés favorisant un comportement de vitesse fluide (maintien des vitesses) et une habitude du dépassement des véhicules ralentis en présence de files larges (2 cas ; cyclomoteurs),
- contexte du trajet engendrant une contrainte de temps pour une conductrice (emmenant ses enfants à l'école) ayant favorisé une conduite rapide et insuffisamment attentive à l'environnement (1 cas),

- difficultés personnelles de nature à mobiliser excessivement l'attention du conducteur et pouvant contribuer à l'absence de prévision de la traversée du piéton (2 cas possibles),
- conditions dégradées de visibilité (2 cas : nuit avec éclairage public allumé) ayant contribué – en sus du masque à la visibilité – à la détection tardive du piéton,
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'une manœuvre d'urgence (2 cas).

Autres aspects

- Dans un cas, le véhicule à l'arrêt ne s'est pas arrêté pour laisser passer les piétons, mais pour une autre raison ; les piétons pensent néanmoins qu'il s'est arrêté pour les laisser passer ;
- le piéton, ou l'un des piétons, renouvelle sa prise d'information dans 4 cas au moins (dans 5 autres cas, les informations disponibles sont insuffisantes, notamment du fait que le piéton n'a pas été auditionné ou ne se souvient plus de rien) ; dans deux de ces cas, il ne perçoit pas le véhicule qui arrive (sans doute du fait du masque lié au véhicule arrêté ; le véhicule faisant masque est un véhicule léger dans le cas d'un enfant de 12 ans, un camion dans le cas d'un piéton adulte) ; dans les deux autres cas, il y a perception tardive du véhicule et modification du comportement en conséquence : voir les deux alinéas suivants ;
- une mère et ses trois enfants se tiennent par la main pour traverser ; lorsqu'elle voit le véhicule arriver, elle recule mais l'aînée lâche la main de son frère et ne recule pas, et se fait percuter ;
- une mère et son fils traversent ensemble ; lorsqu'ils voient le véhicule arriver, le fils veut poursuivre la traversée et sa mère le retient ; tout deux sont ensuite heurtés, la mère un peu plus fortement ;
- dans un cas, le conducteur d'un cyclomoteur tourne légèrement la tête et discute avec son passager, ce qui contribue à la détection tardive des piétons.

Dommages corporels

Les blessures infligées aux piétons sont de gravité variable : hématomes et plaies superficielles (3 cas), traumatismes plus importants incluant des fractures (2 cas), et dans un cas concernant deux jeunes piétonnes, les blessures sont sévères à très sévères : fractures du crâne, du bassin, du bras gauche pour l'une (7 ans), et pour l'autre (13 ans) traumatisme crânien avec coma profond prolongé entraînant après un mois un déficit hémicorporel, la perte de la parole, et susceptible d'entraîner des séquelles neurologiques et psychologiques importantes, associé à d'autres blessures (fractures de 6 côtes, entorses aux

deux genoux,...). Ce dernier cas correspond à une vitesse au choc que l'on peut évaluer à environ 55 km/h d'après les traces (vitesse initiale : 90 km/h) attribuable à une infrastructure excessivement roulante et au style de conduite rapide et offensif d'un jeune conducteur masculin de 25 ans. Dans trois autres cas, les informations disponibles sont insuffisantes.

Éléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 9 cas sont survenus en agglomération et 6 d'entre eux dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton ou des piétons (en années) : 7 et 13, 8, 9, 11, 12, 12 et 47, 38, 40, 52.
- Nuit : deux cas, avec éclairage public allumé.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 2,8 % des cas d'accidents corporels de piéton recensés en France (voir chapitre 2). Un scénario type voisin, mais documenté sur la base de seulement 2 cas, avait été identifié dans les travaux de Yerpez et Girard (1996) concernant les piétons âgés.

Ce scénario type se distingue nettement des précédents : les cas relevant du scénario type 4 surviennent tous sur passage piéton, mettent en jeu une tierce partie – un conducteur s'arrêtant avant le passage piéton – qui incite le piéton à traverser, et l'étape de décision d'engagement de la traversée par le piéton y joue un rôle important. On peut penser que, dans de nombreux cas, le souhait de répondre aux attentes du conducteur arrêté, de ne pas le gêner ou le retarder – voire, dans le cas fréquent où le piéton est un enfant, les rapports d'autorité, de confiance ou de respect entre enfants et adultes – ont une influence dans la décision de traversée prise par le piéton. Concernant les enfants piétons, on peut aussi faire l'hypothèse d'une confiance excessive dans les règles et dans la signalisation. Outre cette « pression » pesant sur la décision, une telle situation incite également à une traversée rapide et à une prise d'information sommaire lors de la traversée.

Concernant l'usager heurtant le piéton, on peut relever l'implication particulière des deux-roues, et le rôle considérable joué par l'inexpérience, le conducteur ne prévoyant pas la survenue du piéton, sans doute faute d'avoir su interpréter correctement la situation, malgré des indices beaucoup plus explicites que dans les scénarios types précédents : ici le conducteur approche dans tous les cas d'un passage piéton matérialisé, et en outre un véhicule est arrêté ou s'arrête avant le passage piéton.

Concernant les possibilités de prévention adaptées à ce scénario type, il semble que l'on puisse envisager des mesures dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses. Des vitesses élevées compte tenu du contexte, en grande partie conditionnées par un dimensionnement excessivement large des infrastructures, sont souvent relevées pour ce scénario type. Elles contribuent dans certains cas à produire des dommages corporels sévères. Toutes les mesures de nature à réduire le niveau des vitesses pratiquées, par le moyen de l'aménagement des voiries ou par d'autres moyens, sont *a priori* favorables du point de vue de la prévention des accidents relevant de ce scénario type (concernant les effets de telles mesures, voir les développements présentés dans la discussion concernant le scénario type 1).
- La configuration des voies urbaines. La situation rencontrée dans ce scénario type (un véhicule arrêté devant un passage piéton pour laisser passer, dépassé par un autre véhicule) est favorisée par les dispositions suivantes : plusieurs voies de même sens, largeur excessive des voies de circulation, absence de refuge piéton au milieu de la traversée. Les mesures consistant à réduire le nombre de voies de circulation à une voie par sens, à réduire la largeur des voies, à implanter des refuges piétons au milieu des passages piétons, paraissent donc de nature à éliminer ou réduire l'occurrence de telles situations (concernant les deux-roues, il est difficile d'éliminer le risque d'une manœuvre de dépassement d'un véhicule au niveau d'un passage piéton, cependant une voie unique par sens, étroite, et un refuge piéton au centre de la chaussée rendent sans doute une telle manœuvre plus difficile et en réduisent probablement la fréquence, diminuant également la vitesse de manœuvre). Concernant l'évaluation des effets de telles mesures, le lecteur trouvera quelques éléments dans la discussion relative au scénario type 3.
- L'apprentissage de la conduite :
 - A) Concernant le conducteur du véhicule heurtant le piéton, l'inexpérience ou une expérience limitée de la circulation ont été identifiées comme facteur accidentogène dans de nombreux cas de ce scénario type³¹.

³¹ La proportion importante de conducteurs jeunes et peu expérimentés (5 sur 9 ont entre 15 et 25 ans, et 6 sur 9 ont une ancienneté de permis de conduite ne dépassant pas 5 ans ou ne sont pas en âge d'avoir le permis) peut également être notée ; mais elle tient également à l'implication particulière des cyclomotoristes (3 cas) et cyclistes (1 cas), leur grande manœuvrabilité et leur gabarit limité favorisant les manœuvres de dépassement (on notera cependant l'absence de motocyclistes, dont les véhicules sont également manœuvrables et de faible gabarit, mais qui ont souvent une plus grande expérience de la circulation).

Comme nous l'avons évoqué plus haut, la perception très tardive ou nulle du piéton par le conducteur et l'incapacité de celui-ci à éviter le choc peuvent être vraisemblablement attribuées à une incompréhension ou à une compréhension tardive de la situation, malgré la présence d'indices (passage piéton, véhicule arrêté devant). Notons incidemment que dans 7 cas sur 9, le passage piéton est situé hors intersection ce qui rend sa perception moins aisée, surtout en l'absence de refuge piéton (5 cas sur 9) et/ou lorsqu'il s'agit d'infrastructures à voies multiples privilégiant de fait le trafic automobile et la vitesse. Concernant la formation à la conduite, il est possible que l'apprentissage de ces situations à risque en simulation sur des micro-ordinateurs contribue à développer, au-delà de la connaissance de ces situations et des risques associés, des stratégies de prélèvement d'information de nature à mieux les identifier ou plus précocement. Fisher *et al.* (2002) ont déjà montré que les comportements (étudiés sur un simulateur) de sujets inexpérimentés entraînés selon de telles méthodes (sur micro-ordinateur) tendaient ensuite à se rapprocher de ceux de conducteurs expérimentés (n'ayant pas suivi cet entraînement) dans des situations comparables.

- B) Concernant l'usager s'arrêtant pour laisser le piéton : certains auteurs (Schofer *et al.*, 1995) recommandent d'entraîner les conducteurs à ne pas céder le passage aux piétons lorsque cela peut comporter des risques, et en particulier lorsque les autres conducteurs ne s'apprêtent pas à laisser passer le piéton.
- Concernant l'éducation des piétons. L'implication particulière des jeunes piétons (7 des 11 victimes ont entre 7 et 13 ans) dans ce scénario type tient sans doute en partie à leur inexpérience de la circulation, mais aussi à certains aspects motivationnels, affectifs ou relationnels, où le jeune âge et le statut des enfants jouent un rôle : la peur de gêner ou de faire attendre, les rapports d'autorité, de respect, de confiance existant entre enfants et adultes (notamment les tiers : conducteurs laissant passer les piétons) pèsent sur la décision de traversée et les conditions de traversée. Schofer *et al.* (1995) recommandent également d'enseigner aux enfants à décliner l'aide des conducteurs s'arrêtant pour les laisser passer. L'évaluation d'actions d'éducation en direction des enfants portant sur la connaissance de ces situations à risque et les comportements à adopter reste cependant à faire.

Scénario type 5

Ce scénario type, décrit sur la base de 18 cas, diffère notablement des précédents en ce que les difficultés de perception du piéton n'y sont pas liées à la présence d'obstacles à la visibilité, mais mettent généralement en jeu des conditions de lumière et/ou des conditions météorologiques défavorables.

Situation de conduite

Un véhicule circule, généralement de nuit (14 cas), et/ou par temps de pluie (7 cas) sur une voie principale urbaine (13 cas, dont 3 très larges artères, 2 artères larges ou à deux voies à sens unique, 5 voies importantes pénétrant ou traversant des agglomérations, 2 voies principales de périphérie) ou parfois sur une autoroute ou une voie principale non urbaine (4 cas). Un piéton, souvent diminué par l'alcool (8 cas) ou un traitement médicamenteux (1 cas), s'apprête à traverser la chaussée.

Situation d'accident

Le piéton engage sa traversée alors que le véhicule survient. La détection du piéton par le conducteur est très tardive (parfois nulle : 3 cas), et ne survient que lorsque le piéton est déjà en cours de traversée, ce qui peut être expliqué par les mauvaises conditions de visibilité et/ou par un contexte rendant la traversée d'un piéton plus inattendue (très large artère urbaine, autoroute, voie en milieu rural, feu vert pour le véhicule, ...), ou plus rarement du fait de conditions particulières (recherche de place de stationnement, par ex.).

Concernant la réalisation d'une prise d'information par le piéton, les éléments disponibles sont insuffisants pour conclure. Cependant, il semble que le piéton ne soit souvent pas en mesure d'effectuer une prise d'information autre que sommaire (alcoolisation forte dans 8 cas, et dans 3 cas traversée en courant avec l'attention captée par un objectif particulier, comme « attraper » un bus).

Situation d'urgence

Le plus souvent (11 cas) le conducteur n'a pas le temps de réaliser une manœuvre d'urgence avant le choc. Dans 5 cas, il y a freinage d'urgence (2 autres cas : indéterminé).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton.

Facteurs accidentogènes

- Aménagement large en milieu urbain, privilégiant le trafic automobile, ou conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique d'une vitesse élevée et/ou une insuffisance en matière de recherche d'information et de prévision (8 cas) [dont : artères urbaines larges à très larges (4 cas), voie pénétrante rectiligne en entrée ou périphérie d'agglomération ou voie de transit rectiligne en traversée d'agglomération (4 cas)] ;
- forte alcoolémie chez le piéton de nature à favoriser une prise d'information inadaptée ou inexistante ou une incapacité plus générale à gérer la situation (8 cas : 1,7 g/l ; 2,4 g/l ; 2,5 g/l ; 2,7 g/l ; 2,9 g/l ; 3,5 g/l ; 3,7 g/l ; 1 cas indéterminé mais consommation de 20 canettes de bière) ;
- grande largeur d'une infrastructure urbaine, ayant rendu difficile la tâche de traversée pour le piéton (4 cas) ;
- passages piétons : dans certains cas la présence d'un aménagement pour piéton (absent sur une branche principale d'un carrefour en T), ou l'aménagement d'un refuge piéton en plus de la seule signalisation au sol, au niveau de feux tricolores sur une chaussée très large, aurait pu favoriser une meilleure prévision et une meilleure recherche d'information de la part du conducteur (3 cas possibles) ;
- expérience relativement restreinte de la conduite limitant les capacités de prévision du conducteur (2 cas certains, 1,5 ans et 1,1 ans de permis de conduire ; deux cas possibles, 2,5 et 3 ans de permis de conduire) ;
- forte alcoolémie chez le conducteur de nature à diminuer ses facultés et sa rapidité d'analyse de la situation et de réaction (1 cas : 1 mg/litre d'air expiré) ;
- aménagement d'entrée d'agglomération insuffisamment urbain, ayant favorisé le maintien d'une vitesse inadaptée (90 km/h) dans une zone urbanisée (1 cas certain) ;
- autoroute interurbaine (limitée à 130 km/h) créant une coupure entre une commune de banlieue et une commune centre d'une agglomération, et/ou insuffisance de l'aménagement en matière de prise en compte des cheminements des piétons et de clôture du domaine autoroutier, favorisant l'exposition de piétons au trafic autoroutier (1 cas) ;
- insuffisance en matière de clôture du domaine autoroutier sur une autoroute interurbaine (1 autre cas possible, à vérifier) ;
- éclairage hors service du fauteuil roulant d'un handicapé (considéré ici comme piéton), du fait des conditions météorologiques (pluie) (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Conditions dégradées de visibilité ayant favorisé une détection tardive ou la non-détection du piéton, liées à la nuit ou aux intempéries (nuit sans

éclairage public dans 5 cas dont 1 avec forte pluie ; nuit avec éclairage public dans 9 cas dont 2 avec forte pluie et 1 avec pluie légère ; forte pluie de jour dans 1 cas et pluie légère de jour dans 2 cas) ;

- situation sociale ou personnelle difficile pour le piéton (avec des effets sur la consommation d'alcool, l'attention prêtée au trafic, ...) (5 cas au moins) ;
- feu vert pour le conducteur ayant sans doute favorisé une insuffisance en matière de recherche d'information et de prévision concernant une éventuelle traversée de piéton (5 cas) ;
- grand âge du piéton engendrant des difficultés en matière de prélèvement et de traitement de l'information (2 cas, 81 et 86 ans) ;
- conditions de chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (2 cas) ;
- traitement médicamenteux du piéton de nature à diminuer ses capacités en matière de prélèvement et de traitement de l'information (1 cas).

Autres aspects

On peut noter que dans 3 cas où les conditions de visibilité sont les moins défavorables (de jour sans pluie ou avec pluie légère), d'autres éléments contribuent fortement à la non-détection ou détection très tardive du piéton : dans deux cas le feu est vert pour le conducteur, sur de larges artères urbaines (4 à 5 voies) sans aménagement piéton ou avec un aménagement réduit à la signalisation au sol (sans refuge), et la présence du piéton n'est pas attendue par le conducteur ; dans un autre cas le conducteur est en conversation avec sa passagère et ne voit que tardivement un piéton survenant de sa gauche.

Dans certains cas de nuit, le véhicule circule en codes du fait de la présence de véhicules en sens inverse (avec de plus une chaussée réfléchissant la lumière car mouillée ou humide) et la perception du piéton est de ce fait très tardive (trois cas certains : un sur autoroute non urbaine et deux sur voie principale non urbaine, sans éclairage public ; un cas possible en début de nuit, l'éclairage public n'étant pas encore allumé, sur une pénétrante en périphérie d'agglomération ; deux cas possibles en milieu urbain, de nuit par temps de pluie, malgré la présence d'un éclairage public en fonctionnement).

Dans trois cas, l'attention du piéton est captée par un objectif : « attraper » un bus qui vient d'arriver (2 cas), échapper à des poursuivants suite à une bagarre (1 cas). Dans ces trois cas, le piéton court. Dans un autre cas, le piéton court du fait d'une forte pluie.

Dans un cas, l'attention du conducteur est en partie captée par la présence d'un véhicule stationné sur sa droite et débordant sur la chaussée, et il ne détecte pas un piéton traversant venant de sa gauche. Dans un autre cas, l'attention du conducteur semble, selon un témoin, consacrée à la recherche d'une place de stationnement.

Dommmages corporels

On dénombre 4 cas mortels parmi les 18 cas de ce scénario type.

Les deux cas survenus sur des autoroutes interurbaines (dont une située cependant en environnement suburbain) sont tous deux mortels. La vitesse au choc peut être estimée dans un de ces cas, où il y a eu freinage d'urgence, à une valeur comprise entre 40 et 50 km/h. Dans l'autre cas, la vitesse au choc est très importante, de l'ordre des vitesses pratiquées sur autoroute, car il n'y a pas eu de freinage d'urgence.

Un cas survenu sur une voie principale hors agglomération est également mortel. La vitesse au choc peut être estimée dans ce cas à environ 65 km/h. Un autre cas survenu sur une voie principale hors agglomération donne lieu à de sévères blessures : fractures multiples, traumatisme crânien avec coma d'emblée et séquelles cérébrales majeures.

Mais les cas d'accidents survenus en milieu urbain donnent également lieu à des dommages corporels sévères : un cas mortel (pas d'estimation possible de la vitesse au choc), un cas de traumatisme crânien sévère avec coma profond prolongé et œdème cérébral important, accompagné de fractures multiples, un cas de traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale et hémorragie méningée, accompagné d'une fracture. Les blessures sont relativement sérieuses dans 3 autres cas : blessures incluant des fractures, souvent accompagnées de traumatismes crâniens. Dans un cas l'accident donne lieu à un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale et à des blessures superficielles. Enfin dans 4 cas les blessures restent bénignes (plaies et contusions, traumatismes crâniens sans perte de connaissance). Dans les trois cas restant l'information disponible est insuffisante (mais l'un d'eux entraîne 120 jours d'I.T.T.).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 4 cas sur 18 surviennent hors agglomération (dont 2 cas sur route principale et 2 sur autoroute interurbaine, l'autoroute traversant cependant, dans l'un de ces cas, un environnement périurbain) ; 14 cas surviennent en agglomération, dont 9 en agglomération de plus de 100 000 habitants, et dont 3 en traversée de petite agglomération de moins de 10 000 habitants.
- Age du piéton ou des piétons (en années) : 16, 17, 20, 20, 22, 28, 29, 30 et 42, 32, 40, 42, 42, 46, 47, 51, 67, 81, 86.
- Position de la traversée : dans une intersection dans 8 cas, à proximité dans 2 cas, en section courante dans 7 cas, au niveau d'une voie d'insertion sur autoroute dans 1 cas.
- Le piéton traverse sur un passage piéton dans 3 cas, à proximité immédiate dans 4 cas.
- Il fait nuit dans 14 cas (dont 9 avec éclairage public).

Discussion

On peut estimer (voir chapitre 2) que ce scénario type représente environ 5,5 % des accidents corporels de piétons recensés en France.

La gravité des cas qui se rattachent à ce scénario type semble particulièrement élevée (4 cas mortels sur 18), ce qui peut être en partie expliqué par le fait qu'une proportion notable de cas surviennent hors agglomération (et parfois sur autoroute³²) ou sur des infrastructures urbaines plutôt rapides. D'autre part, un taux d'alcoolémie positif, et élevé, est souvent relevé chez les piétons impliqués dans les accidents de ce scénario type, ce qui diminue la probabilité de survie de ces blessés (Miles-Doan, 1996).

La détection du piéton par le conducteur y est très tardive (et même nulle dans quelques cas), principalement du fait de conditions de visibilité très défavorables liées à la nuit et /ou aux intempéries, souvent associées à une configuration de la voirie ne favorisant pas chez les conducteurs la prévision de la traversée d'un piéton (voies urbaines larges et rapides, autoroutes ou voies non urbaines, *etc.*) et à une adaptation insuffisante de la vitesse à ces conditions. Lorsque les conditions de visibilité sont moins mauvaises, d'autres éléments favorisent aussi l'insuffisance de la recherche d'information chez le conducteur (en particulier : feux au vert sur de larges artères urbaines, sans aménagement pour piéton ou avec un aménagement peu perceptible). L'examen ultérieur de trois cas de l'échantillon EDA a suggéré que ces deux configurations pourraient être dissociées et correspondre à deux scénarios types différents ; cette éventualité est développée au chapitre 7 (scénario type C3). Comme nous l'avons dit plus haut, quoique des informations robustes fassent défaut à ce sujet, il semble que le prélèvement d'information sur le trafic par le piéton ait été fréquemment nul ou sommaire (souvent du fait d'une forte alcoolisation, parfois du fait d'une captation de l'attention par un objectif particulier lors d'une traversée réalisée en courant).

Des possibilités de mesures préventives concernant ce scénario type semblent pouvoir être trouvées notamment dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses. Dans ce scénario type, le niveau de vitesse souvent élevé limite les possibilités de manœuvres d'urgence de nature à éviter le choc, et contribue grandement à la sévérité des blessures constatées (sur l'effet des mesures permettant une réduction des vitesses pratiquées voir les éléments mentionnés dans la discussion consacrée au scénario type 1). Pour les cas survenus sur des autoroutes ou des

³² Un scénario type issu d'une recherche antérieure se limitant aux accidents corporels survenant sur autoroute non urbaine (Megherbi, 1999), et rassemblant 4 cas, tous mortels, concernant des piétons traversant de telles autoroutes dans un environnement d'urbanisation diffuse ou à proximité d'agglomérations, peut être rapproché du présent scénario type. Une autre investigation, concernant les accidents mortels de piétons sur les autoroutes urbaines et non urbaines, fait également état de nombreux cas relevant de cette problématique (SETRA, CETUR, 1992).

infrastructures non urbaines, la modération des vitesses par la re-conception des aménagements semble plus difficile, mais d'importantes potentialités résident sans doute dans la systématisation et l'automatisation du contrôle et de la sanction des infractions aux règles relatives aux limites de vitesse (compte tenu de l'importance des pourcentages de dépassement des vitesses limites ; cf. ONISR, 2002). Notons en outre que, même au niveau des vitesses limites réglementaires sur les voies hors agglomération, il reste très difficile, de nuit, de percevoir à temps un piéton habillé de sombre et présent sur la chaussée (Johansson et Rumar, 1968 ; Leibowitz *et al.*, 1998)³³.

- La lutte contre l'alcool. Dans les cas de ce scénario type où une alcoolisation du piéton a été relevée, celle-ci est généralement très forte (alcoolémie de 1,7 à 3,7 g/l dans 7 cas). La présence d'alcool chez le piéton contribue ici à l'absence ou à l'insuffisance du prélèvement d'information par le piéton, ou engendre une incapacité plus générale à gérer la situation. Le rôle de l'alcool chez le piéton apparaît fort pour ce scénario type 5 et pour deux autres scénarios types (11 et 20), mais reste faible dans les autres. L'influence notable de la consommation excessive d'alcool par des piétons dans les accidents mortels les concernant est connue (Öström et Eriksson, 2001 ; Athanasis *et al.*, 1999 ; Harruff *et al.*, 1998 ; Holubowycz, 1995 ; Copeland, 1991, cité par Öström et Eriksson ; Stark, 1988 ; Irwin *et al.*, 1983). De plus, il semble que la proportion des piétons sous l'empire de l'alcool parmi l'ensemble des piétons tués ne décroît pas dans le temps, ou insensiblement, par comparaison avec la proportion de conducteurs alcoolisés parmi les conducteurs impliqués dans les accidents mortels (Holubowycz, 1995 ; présentant ou citant des résultats concernant l'Australie, les Pays-Bas et les Etats-Unis). A la différence de la réglementation concernant l'alcool au volant qui a été considérablement renforcée depuis les années 1970, le cadre juridique concernant l'alcool chez les piétons, simplement soumis à la répression de l'ivresse

³³ Le fait que les conducteurs ne diminuent pas leur vitesse de nuit autant que le nécessiterait le danger possible d'une rencontre avec un piéton ou un obstacle faiblement contrastant (c'est-à-dire bien au-dessous des vitesses limites) peut s'expliquer par l'hypothèse avancée par Leibowitz (Leibowitz et Owens, 1977 ; Leibowitz *et al.*, 1998) de dégradation sélective des capacités visuelles de nuit : « Bien que de nombreuses fonctions visuelles (par exemple l'acuité) soient sévèrement dégradées lorsque la lumière est faible, la vision est cependant encore tout à fait bonne dans l'environnement de conduite nocturne. Grâce à une ingénierie efficace (éclairage, réflectorisations), il est encore facile de voir la plupart des panneaux routiers, des véhicules, et des instruments de bord, et il y a rarement une quelconque difficulté dans le pilotage d'un véhicule le long d'une route. De ce fait, les déficiences visuelles à l'œuvre dans la conduite nocturne sont sélectives, portant principalement sur les obstacles sombres à faible contraste, qui sont relativement peu fréquents dans la conduite normale. Du fait de la rareté de tels dangers, les conducteurs ont peu d'opportunités d'apprentissage de cette dégradation visuelle sélective, et il ne sont pas préparés à une rencontre dangereuse. » (traduit de Leibowitz *et al.*, 1998, pp. 95-96).

publique (sur la base de l'état d'ivresse manifeste³⁴), n'a pas vraiment évolué. Il faut cependant mentionner que dans les cas d'accidents relevant de ce scénario type 5, l'alcool semble souvent aller de pair avec une situation sociale ou personnelle difficile (chômage, handicap, par exemple), et des indices d'une consommation chronique sont parfois présents³⁵. Il n'est donc pas certain qu'un renforcement de l'arsenal répressif puisse être efficace, et cela devrait inciter à examiner les possibilités de prise en compte de ce problème par l'intégration de la lutte contre l'alcoolisme dans la politique sociale. Öström et Eriksson (2001) notent que la question de l'alcool chez le piéton n'a pas fait l'objet de la même attention que celle de l'alcool au volant, et suggèrent que le public soit informé des risques liés à la consommation d'alcool pour les piétons.

- La conception de l'éclairage public³⁶ et l'aménagement des voiries urbaines. La simple présence d'éclairage public ne paraît pas de nature à régler les problèmes de détection des piétons de nuit : dans ce scénario type, l'éclairage public est présent dans 9 cas sur 14 cas survenus de nuit ; en outre, on peut déduire des travaux de Sullivan et Flannagan (2002) que le considérable surrisque concernant les accidents de piétons dans les conditions nocturnes par rapport à des conditions diurnes (à des moments de la journée identiques) reste important même en présence d'éclairage public, celui-ci ne pouvant bien sûr pas recréer des conditions de lumière aussi favorables que la lumière du jour. La conception de l'éclairage public a une influence : par exemple, une étude (Ville de Paris, 1991) a montré qu'une re-conception de l'éclairage public, dans le sens d'un meilleur éclairage des abords de chaussée, permettait, du moins dans certaines conditions, la réduction de la fréquence des accidents de piétons (aucun effet favorable n'étant relevé pour la fréquence des autres types d'accidents ; d'autre part, une tendance à l'augmentation de la gravité des accidents a été notée, suggérant l'existence de comportements de compensation, d'augmentation des vitesses, suite à cette modification de l'éclairage public). Par ailleurs, les autres aspects de l'aménagement des voies urbaines pourraient jouer un rôle important : la configuration des voiries urbaines, y compris en période nocturne, contribue à former chez les

³⁴ Code des débits de boissons et des mesures contre l'alcoolisme, partie réglementaire, chapitre 1, article R4.

³⁵ Lesot (1990), dans une recherche non publiée portant sur les accidents mortels de piétons hors agglomération, avait relevé la présence fréquente d'informations suggérant une consommation chronique d'alcool chez les piétons décédés dans ces accidents.

³⁶ Nous ne reviendrons pas ici sur la question largement débattue de l'opportunité de la mise en place d'un éclairage public sur les voies non urbaines ou suburbaines qui en sont dépourvues, et nous renvoyons à ce sujet à la synthèse et aux recommandations présentées dans la référence suivante : SETRA, CETUR, 1992 (pp. 338 à 340, et plus largement pp. 336 à 341), qui conclut en faveur de la mise en place d'éclairage public sur les autoroutes urbaines ou suburbaines, surtout à fort trafic, et pour le *statu quo* sur les voies non urbaines, autoroutières ou ordinaires.

conducteurs des attentes relatives en particulier aux interactions possibles avec d'autres usagers (Montel *et al.*, 2003), pouvant concerner l'éventualité de traversées de piéton. Une re-conception remettant en cause (au moyen par exemple de la réduction du nombre des voies à une voie directe par sens) les choix techniques privilégiant ostensiblement l'automobile, des aménagements rendant plus perceptibles les fonctions urbaines de la voirie et ses usages non automobiles, des aménagements tels que des avancées de trottoirs, des refuges pour piétons, des rétrécissements de chaussée, des plateaux surélevés, *etc.*, peuvent aller dans ce sens, et ont en tous cas des effets globaux positifs en matière de sécurité routière (voir par exemple : CERTU, 1994).

- L'amélioration de la perceptibilité des piétons. Le port de marques rétro-réfléchissantes par des piétons augmente les distances auxquelles ils sont identifiés par les conducteurs en circulation nocturne (Luoma *et al.*, 1996), cet effet étant plus fort si ces marques apparaissent aussi sur les membres plutôt que sur le torse seul (Luoma *et al.*, 1996 ; Luoma et Penttinen, 1998). De façon plus générale, la revue de Kwan et Mapstone (sous presse), portant sur les recherches fondées sur des essais randomisés consacrées aux aides à la visibilité des piétons et cyclistes, permet de conclure concernant les points suivants : (i) de jour, la détection et la reconnaissance (identification) des piétons sont meilleures pour des vêtements ou marques de couleur blanche par comparaison au gris ou au noir, elles sont meilleures pour le jaune par rapport aux autres couleurs, et meilleures pour les couleurs fluorescentes ; toujours de jour, parmi les couleurs fluorescentes, le rouge, le jaune et l'orange donnent de meilleurs résultats ; (ii) de nuit, l'usage d'aides à la visibilité (lampes, marques rétro-réfléchissantes) améliore la détection et la reconnaissance ; les lampes ou lumières clignotantes donnent de meilleurs résultats que les marques rétro-réfléchissantes ; parmi les marques rétro-réfléchissantes, les rouges et les jaunes donnent de meilleurs résultats³⁷ ; lorsque ces marques sont aussi portées sur les membres pour mettre en évidence la forme du corps et le mouvement, la distance de reconnaissance est améliorée. Sur la problématique générale de la « conspécuité » des piétons, le lecteur se reportera utilement à la revue de Langham et Moberly (2003). Malgré les résultats qui viennent d'être exposés, il faut noter qu'il ne semble pas très aisé de favoriser le port de lampes ou de vêtements équipés de marques, en particulier auprès de personnes en situation sociale difficile, pourtant fortement représentées dans un tel scénario type. Le port de telles marques ou équipements par une partie de la population, excluant de fait des catégories défavorisées ou marginalisées, renforcerait probablement le

³⁷ Sur la question de la couleur des marques, le lecteur peut également se référer aux travaux de Muttart (2000b) et de Sayer *et al.* (2000).

risque pour ces dernières catégories. D'autre part, inciter au port de tels équipements est susceptible d'entraîner des effets de compensation compromettant le succès d'une telle mesure : Gregersen et Nolén (1994) ont montré que dans le cadre du « traffic safety club » suédois, les enfants membres du club portaient davantage les équipements de sécurité que les non membres, mais étaient davantage impliqués dans les accidents ; ces auteurs évoquent à ce sujet la possibilité d'effets de compensation (l'appartenance au club, ou le port d'équipements, par exemple, pourraient donner une impression de sécurité favorisant des comportements moins sûrs). Cette possibilité est à prendre d'autant plus au sérieux que, même en l'absence de tels équipements, les piétons tendent déjà à surestimer leur perceptibilité lorsqu'ils sont éclairés par les projecteurs des véhicules (Allen, 1969, cité par Leibowitz *et al.*, 1998). Notons d'ailleurs que, dans leur revue systématique des essais randomisés consacrés aux aides à la visibilité des piétons et cyclistes, Kvan et Mapstone (2003) n'ont trouvé aucun essai évaluant les effets de ces aides sur les accidents et blessures.

- L'amélioration des projecteurs des véhicules. L'augmentation des distances d'identification des piétons liées à l'utilisation de projecteurs de véhicules à ultraviolets a été montrée expérimentalement (Lestina *et al.*, 2002). Une évaluation plus complète, incluant l'analyse des effets sur les accidents, reste cependant nécessaire, compte tenu des risques de comportements de compensation (développement progressif, par les conducteurs, de stratégies de prise d'information plus sommaires, ou accroissement des vitesses), de nature à effacer les gains escomptés. Une autre perspective est signalée par Leibowitz *et al.* (1998), qui proposent de promouvoir un usage plus large des pleins phares. D'un autre côté, l'éblouissement ou la gêne par les projecteurs d'un véhicule arrivant en face sont relevés dans plusieurs cas de ce scénario type 5. A ce sujet, les travaux de Theeuwes *et al.* (2002) mettent en évidence une chute de la performance de détection des piétons en présence d'une source lumineuse simulant les feux de croisement d'un véhicule arrivant en face, mais aussi une baisse significative des vitesses des conducteurs en présence d'une telle gêne. Cela montre bien la complexité du problème, liée aux comportements de compensation, et la nécessité d'évaluations portant sur les résultats finaux en termes de nombres d'accidents. La recherche d'un optimum, du point de vue des performances lumineuses des projecteurs des véhicules en position de feux de croisement (c'est-à-dire la recherche d'un niveau de performance suffisant pour permettre la détection du piéton avec un véhicule en face, mais suffisamment faible pour limiter l'éblouissement d'un véhicule adverse confronté à un piéton) pourrait être envisagée mais la validité de cet optimum resterait sujette à caution compte tenu des possibles comportements de compensation.

Chapitre 4

Présentation détaillée des scénarios types 6 à 10

Ce chapitre présente en détail les scénarios types 6 à 10. Comme les scénarios types 1 à 5, ils concernent quasi-exclusivement des piétons traversant la chaussée ou s'y engageant. Mais ici, la dissimulation du piéton aux yeux du conducteur par un obstacle ou du fait de conditions de visibilité défavorables n'est pas en jeu, ou du moins, si elle intervient dans certains cas, son rôle n'est pas central. Les conventions de présentation des scénarios types et les concepts utilisés sont présentés dans la partie « Préliminaire » du chapitre 3. Les autres fondements ont été développés au chapitre 1.

Scénario type 6

(décrit sur la base de 13 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération (12 cas), généralement sur une voie principale (11 cas dont cinq cas de grandes artères urbaines structurantes et un cas de voie importante hors agglomération), et en intersection (11 cas, dont 7 avec feux). Un piéton se tient ou évolue à proximité de la chaussée. Il est détecté par le conducteur.

Situation d'accident

Le piéton engage sa traversée (11 cas) le plus souvent sans prendre d'information sur sa gauche (6 cas certains, 5 cas indéterminés), alors que le conducteur, qui n'a pas anticipé cette manœuvre du piéton, poursuit sa route. Dans deux autres cas, le piéton, déjà engagé dans sa traversée, modifie sa stratégie (s'arrête dans un cas, continue après s'être arrêté dans un autre cas³⁸), sans reprendre d'information, alors que le conducteur, qui n'a pas anticipé, poursuit sa route.

Situation d'urgence

Le plus souvent le conducteur n'a pas le temps de réaliser une manœuvre d'urgence avant la collision (5 cas + 1 plus incertain). Dans 3 cas, il y a freinage d'urgence, et 4 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton.

³⁸ L'arrêt du piéton, dans les deux cas, ne semble pas lié à la survenue du véhicule, qui n'est pas détecté.

Facteurs accidentogènes

- Aménagement large, privilégiant le trafic automobile, ou conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique d'une vitesse élevée et/ou la non anticipation de la traversée d'un piéton déjà détecté (8 cas) [dont : très larges boulevards urbains (3 cas), infrastructures pénétrantes (2 cas), voirie roulante dans une zone de lotissements ou résidentielle (2 cas), infrastructure non urbaine de contournement d'agglomération proche de zones urbanisées (1 cas)] ;
- passages piétons : dans certains cas la présence d'un passage piéton aurait pu favoriser une meilleure anticipation de la part du conducteur (5 cas possibles sur 6 cas de traversée hors passage ou en l'absence de passage) ; d'autre part, le caractère éventuellement non optimal du positionnement de certains passages piétons ne pourrait être identifié que par une analyse plus étendue des sites et de leur fonctionnement ;
- alcoolémie importante chez le piéton, ayant contribué à l'absence de prise d'information ou à une incapacité à gérer la situation, et engendré un comportement erratique compliquant l'anticipation de la manœuvre du piéton par le conducteur (2 cas : 1,8 g/l et 3,95 g/l) ;
- faible expérience du conducteur (2 cas : cyclomotoriste de 15 ans, conducteur avec moins d'un an et quatre mois de permis de conduire ; ces deux cas correspondent aux deux accidents où il y a modification de la stratégie de traversée du piéton) ayant contribué à une anticipation inappropriée du comportement du piéton ;
- ambiguïté d'un aménagement lié à une configuration de type « 4 voies dans un sens + une voie bus à contresens », ayant entraîné une prise d'information unilatérale de la part du piéton et la non-détection du bus arrivant sur sa gauche (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Grand âge du piéton à l'origine de difficultés dans la saisie d'information (2 cas, 85 ans et 75 ans),
- port (par le piéton) d'un casque « baladeur » sur les oreilles ayant probablement contribué à une défaillance du point de vue de la prise d'information (1 cas),
- traitement médicamenteux d'une piétonne présentant des troubles psychiatriques, ayant contribué à l'absence de prise d'information (1 cas),
- handicap mental d'un piéton ayant favorisé une stratégie de traversée inadaptée (traversée en courant, capuche rabattue sur la tête à cause du vent, sans prendre d'information) (1 cas).

Autres aspects

L'attention du piéton est souvent captée par des éléments d'environnement (1 cas : manifestation de l'autre côté de la rue) un objectif (1 cas : aller prendre

le bus), une discussion (1 cas), une occupation annexe (2 cas : lecture du journal, écoute d'un « baladeur ») ; dans d'autres cas les informations disponibles sont insuffisantes pour se prononcer sur ce point.

Dans un cas, l'activité du piéton (« jogging ») favorise la continuité du déplacement et l'absence d'arrêt lors de la traversée d'une chaussée.

Le piéton traverse en courant dans deux cas (« jogging » dans un cas, le long de la chaussée avec enchaînement sur une traversée, et dans l'autre cas : piéton mentalement handicapé, courant, conformément à sa pratique quotidienne des lieux, sur le trajet conduisant de son domicile à l'arrêt de bus, pour se rendre à son travail).

Dans 6 cas, le « sentiment prioritaire » du conducteur lié à l'état des feux (vert pour lui), semble avoir favorisé l'absence ou le caractère trop tardif de l'anticipation de la traversée du piéton.

Dommmages corporels

Il n'y a pas de cas mortel, mais la gravité paraît importante.

Le piéton subit des blessures bénignes dans un cas (plaies, traumatisme crânien sans perte de connaissance), ou de gravité modérée dans 2 autres cas (blessures incluant des traumatismes des articulations ou du bassin sans lésions radiologiquement visibles mais avec une gêne fonctionnelle importante).

Les blessures sont plus sérieuses dans 8 cas (un cas de traumatisme crânien avec perte de connaissance prolongée, 7 cas de fractures, souvent multiples) et très graves dans un cas (incluant un traumatisme crânien avec coma d'emblée, lésions cérébrales, avec d'importantes séquelles deux mois après les faits : perte de la parole, non reconnaissance des proches, mobilité des membres très faible et imposant la position allongée). Ce dernier cas concerne une collision survenue hors agglomération.

Enfin, dans un autre cas, les informations disponibles sont insuffisantes.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 12 cas ont eu lieu en agglomération, dont 9 dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants ; 1 cas a eu lieu hors agglomération.
- Age du piéton (en années) : 25, 30, 33, 34, 44, 47, 51, 51, 52, 52, 61, 75, 85.
- Nuit dans 1 cas (avec éclairage public allumé).

Discussion

Ce scénario type, dont on peut estimer qu'il représente environ 7 % des cas d'accidents corporels de piétons recensés en France, concerne généralement des traversées de piétons en intersection, et met en présence un piéton engageant une traversée de chaussée, le plus souvent sans prendre

d'information sur la circulation, et un conducteur qui a préalablement détecté le piéton, mais n'a pas (ou a mal) anticipé sa manœuvre.

Il se différencie à plusieurs égards du scénario type 7 décrit plus loin, où le piéton traverse en courant, le plus souvent hors intersection, et qui implique souvent de jeunes piétons sous l'influence de camarades ou de parents.

L'absence d'anticipation, ou l'anticipation trop tardive de la traversée d'un piéton (préalablement détecté) par le conducteur peut être interprétée comme résultant d'attentes inappropriées chez ce conducteur (sur la notion d'attente, voir par exemple : Fleury *et al.*, 1991).

De ce point de vue, un aménagement très large de la voirie privilégiant clairement l'automobile (ou un signe fort de priorité comme un feu vert pour le véhicule), peut favoriser des attentes inappropriées, où les piétons présents le long de telles voies ne sont pas considérés comme susceptibles de traverser sans prendre de grandes précautions.

L'absence fréquente de prise d'information par le piéton semble tenir souvent à la captation de son attention par un élément extérieur à la circulation (événement, objectif, discussion, occupation annexe, *etc.* ; voir plus haut le paragraphe « Autres aspects », qui montre la diversité de ces situations).

Des possibilités de prévention semblent pouvoir être envisagées notamment dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses, par différents moyens incluant l'aménagement des voiries. Dans ce scénario type, la vitesse conditionne le temps disponible pour que le conducteur puisse réagir, à partir du moment où il comprend que le piéton engage sa traversée de chaussée. En outre, les vitesses élevées pratiquées sur certains axes urbains sont constitutives d'un « rapport de force » très favorable à l'automobile et pouvant de ce fait contribuer au développement d'attentes inadaptées dans un environnement urbain (voir plus haut). Enfin, la gravité des accidents de ce scénario type, qui semble relativement élevée, peut être rapprochée du fait que ces accidents surviennent souvent sur des voiries urbaines plutôt rapides. Sur les effets des mesures permettant une réduction des vitesses, se reporter aux références données dans la discussion concernant le scénario type 1, au chapitre 3.
- Le réaménagement des voies urbaines. Un aménagement de la voirie ne privilégiant pas ostensiblement l'automobile (et limitant en particulier le nombre de voies), mettant en évidence clairement les usages non automobiles de l'espace public et de la voirie, facilitant les traversées de piétons et soulignant les lieux de traversée (refuges, avancées de trottoirs, plateaux traversants, *etc.*), notamment aux intersections, où se produisent la plupart des accidents relevant de ce scénario type 6, serait

a priori de nature à développer des attentes mieux adaptées chez les conducteurs, et à favoriser ainsi une meilleure anticipation de la manœuvre de traversée de piétons préalablement détectés. Les effets globaux sur la sécurité de telles mesures sont favorables (voir par exemple : CERTU, 1994). D'autre part, les feux tricolores paraissent avoir un rôle négatif dans la production des accidents de ce scénario type : le feu vert pour le véhicule contribue à la formation d'un sentiment prioritaire chez le conducteur, qui ne facilite pas l'anticipation de l'engagement d'une traversée par un piéton, du moins pour les conducteurs les moins expérimentés. Un tel sentiment prioritaire, comparable à celui mis en évidence chez les usagers prioritaires en carrefour équipés de Stop hors agglomération (Girard, 1988), vis-à-vis de conducteurs non prioritaires, entraîne « un comportement fondé sur l'affirmation de la priorité et l'attente qu'elle soit respectée » (même référence, p. 190), qui ne permet pas une réponse adaptée dans le cas où le protagoniste est incapable de l'apporter lui-même (ce qui est le cas ici, où le piéton, souvent du fait de la captation de son attention par un autre élément, ne semble généralement pas prendre d'information sur la circulation ni sur l'état des feux). On peut noter que les aménagements qui permettent d'éviter d'associer priorité et vitesse élevée pour un même mouvement ont souvent donné de bons résultats en matière de sécurité (voir par exemple le cas des carrefours giratoires : SETRA, CETUR, 1992, p. 208). Certaines solutions, comme la mise en place de passages piétons surélevés (plateaux traversants) aux carrefours à feux, par exemple, sont de ce point de vue susceptibles d'avoir des effets positifs.

Nota : Un cas d'accident met d'autre part en évidence les inconvénients de certaines configurations peu lisibles, conduisant à des prélèvements d'information inadaptés. Il s'agit d'un cas de configuration de type « couloir bus à contresens ». Les travaux de Vayre (2001) montrent que le risque d'accident impliquant un bus et un piéton est multiplié par un facteur supérieur à 6 dans les couloirs à contresens, par rapport aux couloirs dans le sens général ou à la circulation des bus hors couloirs.

- L'apprentissage de la conduite. La faible expérience du conducteur est mise en évidence comme facteur accidentogène dans deux des cas relevant de ce scénario type. Plus généralement les jeunes conducteurs y sont plutôt surreprésentés, dans les mêmes proportions que pour l'ensemble des accidents de piétons, voire davantage (5 cas de conducteurs de moins de 25 ans sur 13 cas au total). La formation à l'interprétation et à la gestion de situations correspondant à ce scénario type (piéton présent aux abords de la voie, traversant ensuite sans prendre d'information ; plus rarement, piéton déjà engagé et hésitant, modifiant sa stratégie sans reprendre d'information ; en intersection ; souvent feu tricolore au vert pour le conducteur) pourrait être envisagée. On se réfère ici également aux travaux de Fisher *et al.* (2002).

Scénario type 7

(décrit sur la base de 11 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération, généralement en section courante (9 cas) **et le plus souvent sur une voie principale** (7 cas ; 1 cas particulier : tramway sur une voie séparée de la chaussée). **Un jeune piéton est présent dans les abords de la voie, d'autres piétons étant généralement également sur les lieux** (dont la mère ou le père dans 4 cas, uniquement des frères et sœurs ou camarades dans 6 cas). **Il est généralement détecté par le conducteur** (7 cas sur 9 où l'information disponible est suffisante à ce sujet ; dans deux cas, il semble que le piéton n'ait pas été vu, malgré l'absence de gêne à la visibilité). Il n'y a généralement pas de passage piéton à proximité immédiate (9 cas).

Situation d'accident

Le jeune piéton traverse le plus souvent en courant (6 cas) **ou du moins s'engage soudainement sur la chaussée** (3 autres cas) (dans un cas la traversée est engagée en marchant puis le piéton accélère ; un cas reste indéterminé) **alors que le conducteur, qui n'a pas anticipé la manœuvre du piéton** (7 cas certains, 2 cas indéterminés ; dans 2 cas, il y a non détection) **poursuit sa route. L'attention du piéton est souvent captée par des camarades ou parents situés de l'autre côté de la rue** (3 cas + 1 cas plus incertain) **ou par un contexte particulier** (jeu, poursuite liée à un jeu ou à une querelle, 3 cas).

Situation d'urgence

Soit le conducteur n'a pas le temps de mettre en œuvre une manœuvre d'urgence avant le choc (5 cas), soit il réalise un freinage d'urgence (4 cas) (2 cas restent indéterminés).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton et lui roule parfois sur le corps (ou sur une partie du corps du piéton ; quatre cas dont deux cas graves et un mortel).

Facteurs accidentogènes

- Aménagement large, privilégiant le trafic automobile, ou conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique d'une vitesse élevée et/ou la non anticipation de la traversée d'un piéton déjà détecté (3 cas ; large artère, voie relativement large d'importance intermédiaire en périphérie

- d'agglomération, voie principale rectiligne et relativement large proche du centre ancien) ;
- absence d'aménagement pour piéton ou passage piéton simple sans signe de rupture (refuge piéton par exemple) au niveau d'un générateur important de flux piétons (groupe scolaire, gare routière, centre commercial, piscine) (4 cas) ; dans d'autres cas également la présence d'un passage piéton aurait pu favoriser une meilleure anticipation de la part du conducteur (1 cas certain, 2 cas possibles ; pour ces deux cas, l'insuffisance du nombre de passages piétons ou le caractère éventuellement non optimal de leur positionnement ne pourrait être identifié que par une analyse plus étendue des sites et de leur fonctionnement) ;
 - aménagement inadapté ou mal situé d'une traversée pour piétons sur une voie de tramway (séparée de la chaussée dévolue au trafic automobile) au niveau de la sortie d'un collège (1 cas) ;
 - jeune âge et inexpérience du piéton favorisant des insuffisances dans le prélèvement de l'information et la gestion des situations : possible dans 9 cas, se traduisant le plus souvent par une absence de prise d'information (3 cas + 5 cas probables) souvent liée à une captation de l'attention par d'autres éléments que la circulation (6 cas ; voir ci-dessous) ; dans d'autres cas, il semble que la décision d'engager une traversée soit favorisée par un excès de confiance dans la « protection » attribuée au passage piéton et elle peut alors être prise alors que la situation n'est pas bien contrôlée (1 cas probable), ou repose en tout ou partie sur un adulte accompagnant l'enfant, l'enfant n'assurant pas de contrôle sur la circulation (contrôle délégué à l'adulte accompagnant) (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (2 cas) ;
- inertie particulière d'un véhicule de type tramway, n'ayant pas permis l'arrêt en un temps suffisamment court pour éviter la collision (1 cas).

Autres aspects

- Prise d'information : en général, il semble que le piéton n'effectue pas de prise d'information (3 cas + 5 cas probables ; informations insuffisantes pour conclure dans 3 autres cas),
- attention du jeune piéton captée par une ou des personnes – parent ou camarades – situées de l'autre côté de la rue (3 cas + 1 cas plus incertain) ou par un contexte particulier (3 cas : jeu, poursuite dans le cadre d'un jeu, poursuite du fait d'une querelle),
- focalisation de l'attention du conducteur sur un piéton venant de traverser, au détriment de la perception d'un autre piéton engageant sa traversée (2 cas),

- dans 4 cas, la mère ou le père de l'enfant est présent sur les lieux ; dans deux de ces cas, la mère portant dans ses bras un autre enfant et/ou tenant des sacs, ne peut tenir la main de l'enfant et celui-ci traverse en avant d'elle ; dans un cas, le père, portant un bébé, traverse vers sa voiture, et se trouve alors de l'autre côté de la rue par rapport à son enfant plus âgé.

Dommmages corporels

Un cas mortel est à relier à une vitesse au choc importante (environ 45 à 50 km/h), la collision ayant eu lieu avant la mise en œuvre effective du freinage, mais aussi au fait que, suite à la chute du piéton sur le capot et sur le sol, le véhicule roule ensuite sur l'abdomen du piéton au cours du freinage et le traîne sur un ou deux mètres. Les blessures internes extrêmement graves entraîneront le décès du jeune piéton à l'hôpital.

Concernant les autres accidents, les blessures sont relativement bénignes dans 5 cas (contusions et plaies superficielles, accompagnées dans un cas d'un traumatisme crânien sans perte de connaissance et sans suites). Elles sont plus sérieuses dans deux cas (fractures, arrachement de ligaments) et sévères dans deux autres cas : écrasement du pied et de la partie inférieure de la jambe (par la roue arrière d'un fourgon en cours de freinage) ayant entraîné l'amputation ; nombreuses blessures incluant des fractures multiples (crâne, maxillaire, bassin) et des lésions importantes à une main (cas de la jeune piétonne percutée par un tramway et traînée sous la motrice sur une dizaine de mètres). Dans un cas, l'information disponible est insuffisante.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 11 cas sont survenus en agglomération, 4 d'entre eux survenant dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants (autres cas : 5 cas dans des agglomérations de 40 000 à 100 000 habitants ; 2 cas en agglomération de moins de 1 000 habitants).
- Le piéton traverse sur un passage pour piéton dans 2 cas.
- Age du piéton (en années) : 3, 4, 5, 7, 7, 8, 10, 11, 11, 13, 14.
- Le jeune piéton est seul dans 2 cas, isolé mais traversant en direction ou à la suite de camarades dans 2 cas. Un parent est présent sur les lieux dans 2 cas, et traverse avec ou à proximité de l'enfant dans 2 autres cas. Dans 3 cas, le jeune piéton est seulement en compagnie de camarades ou frères et sœurs.
- Tous les accidents de ce scénario type ont eu lieu de jour.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type 7 représente environ 7 % des accidents corporels de piéton recensés en France (voir chapitre 2). Il présente des similitudes avec le scénario type 6, notamment en ce que le piéton est en général préalablement détecté par le conducteur, qui ensuite n'anticipe

pas la manœuvre de traversée du piéton. Cependant, il s'en différencie sensiblement, à la fois du point de vue du déroulement et du contexte de production des accidents qui s'y rattachent : il s'agit en effet ici de jeunes piétons souvent sous l'influence de camarades ou de parents, traversant en courant ou s'engageant soudainement, en général hors intersection et hors passage piéton.

Une autre parenté peut être relevée avec le scénario type 2, puisque qu'il s'agit pour ces deux scénarios types de piétons plutôt jeunes traversant en courant. Mais le scénario type 2 met en jeu une défaillance dans la détection du piéton par le conducteur, alors que ce scénario type 7 met généralement en jeu une défaillance dans l'anticipation de la manœuvre du piéton par le conducteur. Les différences entre les deux scénarios types sont d'autre part importantes en ce qui concerne les moyens de prévention.

Des possibilités de préventions semblent envisageables principalement dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses. Quelques cas mettent en jeu des infrastructures excessivement rapides. Mais d'autres cas se sont produits à des vitesses relativement faibles, les blessures pouvant malgré tout être assez graves quand le véhicule roule sur une partie du corps du piéton. Néanmoins, comme pour les scénarios types précédents, une vitesse plus faible donnerait dans de nombreux cas davantage de temps au conducteur pour réagir et éviter la collision, et diminuerait généralement la gravité des lésions (voir les références mentionnées dans la discussion relative au scénario type 1).
- L'amélioration de la lisibilité des lieux et la mise en place d'aménagements pour la traversée des piétons. Comme nous l'avons mentionné pour le scénario type précédent, l'absence d'anticipation, ou l'anticipation trop tardive de la traversée d'un piéton (préalablement détecté) par le conducteur peut être interprétée comme résultant d'attentes inappropriées chez ce conducteur. L'anticipation de la traversée du piéton par le conducteur pourrait être facilitée par une meilleure lecture de la voie et de son environnement, et par une modification du « rapport de force » implicite entre piéton et automobiliste : on peut faire l'hypothèse que, hors intersection, en l'absence de passage piéton, une chaussée aménagée de façon traditionnelle (rectiligne, bordée de trottoirs), même si elle n'a que deux voies, est considérée comme relevant du territoire de l'automobile, sur lequel il semble exclu qu'un piéton s'engage sans précaution. Notons cependant que la seule implantation de passages piétons traditionnels (« zébras ») n'est pas toujours favorable à la sécurité, dans certaines situations (voir plus bas). D'autre part, dans ce type de contexte (à la différence du contexte du scénario type 6), il semble que la constitution d'attentes appropriées ne puisse pas résulter de la seule accumulation d'expérience (voir *Nota* ci dessous) et il est donc d'autant plus important de procéder à des modifications de l'environnement (aménagements pour piétons, plateaux traversants, interruptions de la linéarité et autres aménagements de requalification urbaine et de modération de la vitesse ; CETUR, 1990 ; CERTU, 1994).

Nota : Les conducteurs jeunes ou inexpérimentés sont très peu représentés dans ce scénario type, comme s'ils ne présentaient pas de surrisque d'implication dans de tels accidents³⁹. Cela suggère que l'anticipation de la traversée d'un enfant (non masqué à la vue du conducteur), dans un contexte de voirie traditionnelle hors intersection et hors passage piéton, reste difficile même pour des conducteurs expérimentés.

- L'éducation des piétons. Dans la mesure où ce scénario type concerne principalement des enfants, il semble *a priori* possible d'infléchir les comportements dans le sens d'une stratégie d'arrêt et de prise d'information en bord de chaussée (voir les développements présentés dans la discussion suivant le scénario type 2, et en particulier la revue de Duperrex *et al.*, 2002). Les effets sur les accidents ne sont cependant pas clairement démontrés. D'autre part, un programme d'éducation britannique a conduit à des effets favorables se limitant au cas des accidents où le jeune piéton est masqué à la vue du conducteur (Bryan-Brown, 1995, cité dans OCDE, 1998). Il n'est pas impossible que les effets de l'éducation soit moins favorables pour le présent scénario type, où l'absence de prise d'information par le piéton n'est pas favorisée par la restriction de la visibilité comme dans le scénario type 2, et correspond donc peut-être à des conditions environnementales et psychologiques plus défavorables (il se peut par exemple que la captation de l'attention du jeune piéton y soit souvent plus radicale que dans le scénario type 2).

La question de l'opportunité de la mise en place de passages piétons

Nous avons mentionné plus haut (voir la partie concernant les facteurs accidentogènes) que l'absence de passage piéton avait favorisé la non anticipation de la traversée du conducteur dans plusieurs cas de ce scénario type. Certains auteurs (par exemple : Monheim, 2001 ; Gou et Rocuet, 1986) recommandent une utilisation beaucoup plus fréquente du passage piéton par les aménageurs. Nous examinons ci-dessous la question de l'opportunité de la mise en place de passages piétons, du seul point de vue de la sécurité routière, sans considérer les avantages que peuvent présenter ces aménagements à d'autres points de vue (les temps d'attente des piétons, par exemple, pouvant être fortement réduits par l'implantation d'un passage piéton de type « zébra » ; Wilson et Older, 1970).

³⁹ Aucun conducteur de moins de 25 ans et aucun conducteur ayant moins de 5 ans de permis de conduire n'est représenté dans ces 11 cas. Si on cumule ces cas avec ceux de l'échantillon complémentaire correspondant à ce même scénario 7, les conducteurs de moins de 25 ans représentent 9 % des conducteurs impliqués (contre 25 % pour les autres accidents de piétons), et ceux ayant leur permis depuis moins de 5 ans représentent 5 % des conducteurs impliqués (contre 25 % pour les autres accidents de piétons). Les différences entre ce scénario type et l'ensemble des autres accidents de piétons sont significatives au seuil de 10 % (pour l'âge du conducteur) et au seuil de 5 % (pour l'ancienneté du permis de conduire).

De nombreuses recherches montrent que le risque d'accident, rapporté au nombre de piétons traversant, est en général plus faible sur un passage piéton qu'en dehors d'un passage piéton (Mackie et Older, 1965 ; Jacobs et Wilson, 1967 ; Neumann, 1986 ; Neumann, 1988 ; Grayson, 1987 ; Keall, 1995 ; voir aussi Preston, 1989, concernant le cas plus particulier de passages piétons équipés de feux, et Tight, 1988, confondant les deux types d'aménagements de traversée). La plupart de ces résultats concernent des pays européens (sauf ceux de Keall, portant sur la Nouvelle Zélande). Si l'étude de Mackie et Older suggérait que ce gain de risque pouvait être effacé par un surrisque accru au voisinage des passages piétons, la répétition de cette étude faite plus récemment par Grayson (1987) montre que les risques de traversée au voisinage des passages piétons ne sont pas supérieurs à ceux constatés en l'absence de tout passage, et ne conduisent donc pas à remettre en cause le gain de risque associé au passage piéton. Il semble que cet effet positif du passage piéton soit au moins en partie lié à un « effet de masse », les passages piétons tendant à concentrer les flux de piéton, et le risque d'accident par manœuvre de traversée de piéton diminuant lorsque le flux piéton augmente (Leden, 2002 ; Neumann, 1986, 1988)⁴⁰. D'autre part, Keall (1995) note qu'il n'est pas exclu que ce soit les caractéristiques des sites d'implantation des passages piétons (qui doivent obéir dans certains pays à des règles précises relatives aux flux de piétons, à la visibilité, aux flux de véhicules) qui conduisent à une meilleure sécurité, et non l'équipement lui-même. Cette possibilité concerne surtout l'étude de Keall elle-même, reposant sur la comparaison de données d'accidents et de données d'enquête relatives à l'exposition des piétons sur l'ensemble d'un pays. Elle concerne moins des études portant sur des sites beaucoup plus homogènes, comme celles de Mackie et Older (1965) ou de Grayson (1987), qui portent sur des voies artérielles dans les faubourgs intérieurs de Londres (*London inner suburbs*). Même dans l'hypothèse évoquée par Keall, qui conduirait à considérer que cet ensemble de résultats ne démontre pas l'efficacité de l'implantation d'un passage piéton par un aménageur, il reste que ces résultats montrent qu'il est plus sûr pour un piéton de traverser sur un passage qu'en dehors.

Quelques résultats américains sont cependant en contradiction avec les précédents : Herms (1972 ; cité par Duval, 1978), travaillant sur le cas des passages piétons en intersection sans feux traversant des artères

⁴⁰ Comme tendent à le montrer les modèles établis par Summersgill *et al.* (1996) : sur les carrefours urbains à trois branches, le risque d'accident (accidents rapportés au nombre de manœuvres de traversée) est plus faible en présence de zebra qu'en l'absence de zebra, mais si on ramenait artificiellement ces deux configurations au même niveau de flux piéton, d'après ces modèles il y aurait davantage d'accidents en présence de zebra. L'effet positif du zebra sur le risque tiendrait alors à l'effet de concentration du flux de piéton. Cependant, sur les sections courantes (sections sans intersection), d'après Summersgill et Layfield (1996) la présence de quelques zébras sur la section n'apporterait pas de gain concernant le risque global d'accident de piéton (accidents rapportés au nombre de manœuvres de traversée sur l'ensemble de la section), même en tenant compte de l'effet de masse.

(18 000 véhicules par jour en moyenne) de la ville de San Diego, trouve que les traversées effectuées sur les branches dépourvues de passage piétons sont plus sûres que celles effectuées sur les branches comparables où le passage piéton est signalé par des marques horizontales (en prenant en compte les flux de trafic et de piétons). Chaque passage piéton était apparié avec une traversée non marquée située sur la branche symétrique dans la même intersection. Zegeer *et al.* (2001), reprenant le même type de démarche observationnelle sur 30 villes américaines, obtient des résultats comparables, mais plus nuancés. Le même type d'appariement a été utilisé pour les passages piétons en intersection (sans feux). L'étude a été étendue aux passages piétons situés hors intersection (appariés à d'autres lieux de traversée piétonne non organisée). Les résultats montrent un risque (accidents rapportés aux flux de piétons) plus élevé sur les passages piétons marqués, par rapport aux sites comparables non marqués, mais seulement pour les rues comportant entre 3 et 8 voies, et plus de 12 000 véhicules par jour. Notons d'autre part que dans cette étude (et probablement aussi dans celle de Herms), les passages piétons ne sont pas tous de type « zébra » : dans le type « standard » le passage n'est matérialisé que par deux lignes parallèles perpendiculaires à l'axe de chaussée. Alors que dans les études européennes et néo-zélandaise citées plus haut (Mackie et Older, 1965 ; Jacobs et Wilson, 1967 ; Neumann, 1986, 1988 ; Grayson, 1987 ; Keall, 1995), il s'agit toujours du type « zébra ». Enfin, dans la ville de San Diego et dans de nombreuses villes américaines de l'étude de Zegeer *et al.*, le réseau est un réseau de type « grille »⁴¹, avec des rues rectilignes quadrillant l'espace, sur des emprises plutôt larges. Si les études de Herms (1972) et de Zegeer *et al.* (2001) paraissent de prime abord méthodologiquement plus séduisantes que les études citées précédemment, du fait qu'elles utilisent un appariement des sites avec et sans passage piéton marqué, appariement susceptible de neutraliser les possibles effets de site évoqués par Keall, elles restent cependant fortement critiquables pour la même raison : utiliser comme site témoin la branche, sans passage marqué, opposée à celle équipée d'un passage, peut introduire un grave biais si l'on tient compte du fait que les piétons dont le risque d'accident est le plus élevé (les enfants et les piétons âgés ; Keall, 1995 ; Mackie et Older, 1965) ont davantage tendance à traverser sur les passages piétons (Grayson, 1987 ; Mackie et Older, 1965). En effet ils auront alors tendance à faire le détour par la branche équipée d'un passage marqué, davantage que les groupes de piétons présentant un plus faible niveau de risque, plus enclins à traverser directement hors passage. Le risque lié à la traversée de la branche équipée d'un passage marqué peut alors s'en trouver surévalué, et le risque lié à la traversée de la branche opposée non équipée peut être sous-évalué ; ce qui jette un doute sur les résultats obtenus dans ces études.

Enfin, Elvik *et al.* (1997 ; voir aussi : Elvik, 2000) concluent, sur la base d'une revue de littérature internationale, et en cohérence avec les résultats de Herms

⁴¹ « *Typical North American grid network* », pour reprendre les termes utilisés par Leden (2002, p. 457) à propos d'une ville canadienne du sud de l'Ontario.

(1972) et de Zegeer *et al.* (2001) que l'implantation de passages piétons marqués conduit à une augmentation des nombres d'accidents.

Une autre hypothèse pourrait être que l'effet de l'implantation de passages piétons de type « zébra » diffère selon le type de voirie et le type d'espace urbain environnant. Par exemple, dans une recherche portant sur l'étude et la cartographie de scénarios types d'accidents de piéton sur une ville du sud de la France, Tira *et al.* (1999), ont montré qu'un scénario type d'accidents rassemblant des accidents survenant très généralement sur passages piétons était représenté sur des voies d'entrée de ville et de périphérie, mais absent du centre ancien, où les passages piétons et les piétons sont pourtant les plus nombreux.

Au vu de cet ensemble d'études, on pourrait considérer que du fait de leurs imperfections méthodologiques et de leurs contradictions apparentes, aucune conclusion ferme ne peut être tirée sur ce sujet. Mais si l'on admet que les défauts méthodologiques de ces études ne sont pas de nature à remettre en cause radicalement les résultats obtenus, et que les contradictions apparentes traduisent plutôt l'effet de différences de contexte, cet ensemble de résultats peut à notre avis être considéré comme cohérent et interprété selon le schéma suivant : les passages piétons sont efficaces et réduisent le risque lorsqu'ils sont implantés dans un environnement clairement urbain – sur des voies qui ne sont pas excessivement larges⁴², rapides et rectilignes – parce qu'ils permettent d'y concentrer les flux de piétons (l'effet de masse étant favorable à la sécurité), parce que les piétons sont attendus par les automobilistes dans ce type de contexte, et que le passage piéton est un signal qui peut alors favoriser la recherche d'information et contribuer à une meilleure anticipation de la traversée des piétons de la part des automobilistes. A l'inverse, les passages piétons n'apportent pas de sécurité lorsqu'ils sont implantés sur des voies très larges³¹, rectilignes ou rapides, telles qu'on en rencontre en particulier dans les entrées de ville ou les périphéries, parce que les piétons y sont moins attendus, parce que le « rapport de force » y est favorable à l'automobile et conduit à moins bien anticiper la traversée de piétons, et parce que le passage piéton donne alors aux piétons, dans ce type de contexte, un sentiment de sécurité qui ne correspond pas à la réalité de la situation. Cette interprétation est en cohérence avec certaines études comportementales, comme celle rapportée par Hydén *et al.* (1995, cités dans : OCDE, 1998), qui montre que la proportion de conducteurs laissant traverser les piétons sur les passages est fortement augmentée après la mise en place d'un aménagement modérant les vitesses comme un carrefour giratoire. Várhelyi (1998) a montré d'autre part que lors d'une interaction entre piéton et automobiliste, il arrive fréquemment que l'automobiliste souhaite passer avant le piéton et le lui fasse connaître en maintenant une vitesse élevée (« *signalling by speed behaviour* »), et l'on peut penser que ce comportement est favorisé par des infrastructures rapides. En outre, Himanen et Kulmala (1988)

⁴² Notons cependant que l'étude de Grayson (1987) suggère que dans un milieu urbain très dense comme celui des faubourgs intérieurs de Londres, les passages piétons de type zébra sont sûrs même pour des artères relativement larges.

ont montré que si la vitesse du véhicule influe sur la décision de traverser du piéton, cette influence reste faible, et ces auteurs suggèrent que cela peut être dû aux difficultés d'estimation de la vitesse des véhicules par les piétons.

Sur la base de l'interprétation que nous venons de proposer, on peut considérer, en matière d'application pour l'aménagement, que la mise en place de passages piétons *ordinaires* sur des voies non urbaines, ou sur des voies de périphérie ou urbaines larges et rapides, paraît *a priori* inopportune du point de vue de la sécurité (sans présumer des effets plus favorables que pourraient avoir par contre des passages piétons plus fortement aménagés : passages surélevés, etc. ; ou munis d'équipements spéciaux – voir par exemple Hakkert *et al.*, 2002). Par contre cet ensemble de résultats ne conduirait pas à remettre en cause le maintien ou l'aménagement de passages piétons ordinaires sur des voies urbaines moins largement dimensionnées et dans un contexte clairement urbain.

Scénario type 8

(décrit sur la base de 10 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération dans une intersection généralement large (7 cas), en provenance d'une voie principale (10 cas dont 5 grandes artères), et s'apprête à tourner à gauche ou à droite. Un piéton, souvent âgé (plus de 70 ans dans 4 cas), commence (ou s'apprête) à traverser la branche de destination du véhicule, en général sur un passage piéton (8 cas ; dans deux autres cas : à proximité immédiate d'un passage).

Situation d'accident

Le conducteur réalise sa manœuvre de changement de direction alors que le piéton poursuit (7 cas) ou engage (3 cas) sa traversée. Le plus souvent, le conducteur n'a pas vu le piéton (6 cas), ou très tardivement (3 cas, 1 cas indéterminé).

Situation d'urgence

Dans la plupart des cas (8 cas), le conducteur ne réalise pas de manœuvre d'urgence, où celle-ci ne peut être mise en œuvre avant le choc (autres cas : 1 cas avec freinage, 1 cas indéterminé).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton.

Facteurs accidentogènes

- Infrastructure large ou conditions d'approche rapides en amont de l'intersection ayant favorisé une vitesse relativement élevée du véhicule dans la manœuvre tournante et/ou une insuffisance en matière de recherche d'information et de prévision (6 cas ; dans un de ces cas, une anticipation inappropriée du comportement du piéton est également développée par le conducteur – qui se sent prioritaire malgré la présence du passage piéton) ;
- intersection particulièrement vaste ayant favorisé une vitesse relativement élevée du véhicule dans la manœuvre tournante et/ou une insuffisance en matière de recherche d'information et de prévision (4 cas) ;
- configuration géométrique favorisant excessivement la vitesse du mouvement tournant (3 cas, dont un où le mouvement de tourne à droite est traité comme courant principal et prioritaire, et un cas où le tourne à droite fait l'objet d'une bretelle distincte à deux voies de circulation) ;
- masque à la visibilité constitué par un bâtiment dans l'angle du carrefour (1 cas) ;
- faible expérience d'une conductrice, de nature à limiter ses capacités de prévision (1 cas, 1 an et 9 mois de permis de conduire) ;
- l'absence de refuge piéton en milieu de traversée a peut-être favorisé un non renouvellement de la prise d'information de la part du piéton dans 4 cas (incertain).

Autres éléments explicatifs

- Conditions de visibilité non optimales ayant favorisé la non-détection du piéton (4 cas) : soleil éblouissant dans le champ de vision du conducteur (2 cas), forte pluie (1 cas), nuit avec éclairage public – jugé faible par la conductrice – (1 cas) ;
- grand âge du conducteur ayant contribué à la détection tardive du piéton (2 cas, 84 et 87 ans) ;
- grand âge du piéton à l'origine de difficultés relatives à la prise d'information ou à la détection du véhicule (1 cas incertain, 80 ans) ou bien ayant favorisé une anticipation erronée du comportement de l'automobiliste (1 cas, 79 ans) ;
- grande habitude des lieux favorisant un prélèvement d'information limité de la part du conducteur (2 cas, trajets domicile-travail et travail-domicile) ;
- contexte du trajet (domicile-travail) induisant une contrainte temporelle favorisant la pratique d'une vitesse élevée (1 cas).

Autres aspects

Prise d'information : sur 8 cas où l'information disponible est suffisante, il semble que le piéton ait effectué une prise d'information – au moins en début de

traversée – dans 7 cas (6 cas certains plus un cas probable). Dans trois de ces cas, il n'anticipe ensuite pas correctement l'évolution de la situation (voir point suivant). Dans les quatre autres cas, la prise d'information effectuée avant de traverser n'empêche pas le piéton de ne pas détecter le véhicule qui arrive sur lui par la suite et le heurte en milieu (1 cas) ou en fin (3 cas) de traversée. Enfin dans le cas restant, où il n'y a pas de prise d'information, la piétonne traverse au vert piéton à partir d'un refuge central et est heurtée par un véhicule, non détecté, survenant sur son arrière droit.

Anticipations inappropriées : hormis les nombreux cas où il y a non-détection mutuelle des protagonistes, on peut identifier 3 cas où le piéton a vu l'automobiliste, mais n'a pas bien anticipé l'évolution de la situation. Selon les cas, le piéton a pensé que le conducteur allait s'arrêter (1 cas, piéton de 79 ans engageant sa traversée le feu étant au vert pour les piétons), ou qu'il allait continuer tout droit (1 cas) ; dans le troisième cas, une piétonne perçoit que le conducteur ne regarde pas devant lui, mais elle poursuit sa traversée. Dans le cas concernant le piéton de 79 ans, le conducteur développe également une anticipation inappropriée, et pense que le piéton va s'arrêter.

Situation de la collision dans la traversée : dans six cas, la collision a lieu alors que le piéton est en fin de traversée de chaussée.

Dommmages corporels

On ne peut pas considérer qu'il y ait de cas mortel pour ce scénario type, bien qu'un des piétons impliqués soit décédé quinze jours après les faits d'une tumeur au cerveau détectée lors de son hospitalisation.

Le piéton est atteint de blessures bénignes dans 1 cas (plaies et hématomes superficiels). Dans un autre cas, le piéton subit également un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale. Enfin, le piéton est victime de blessures multiples incluant des fractures dans 5 cas. Dans 3 cas, l'information disponible est insuffisante, même si elle suggère des blessures relativement sérieuses (piéton considéré comme blessé grave, ITT de 30 jours et plus, par exemple).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 10 cas sont survenus en agglomération ; 7 d'entre eux survenant dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton (en années) : 10, 42, 42, 48, 48, 52, 73, 74, 79, 80.
- L'intersection est équipée de feux tricolores dans 6 cas sur 10.
- Nuit (avec éclairage public) dans 1 cas.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 5,8 % des accidents corporels de piéton recensés en France (voir chapitre 2). Il peut être rapproché d'un type d'accident identifié par Snyder et Knoblauch (1971) sous l'intitulé

Vehicle turn-merge with attention conflict, bien que le « conflit attentionnel », ou plus précisément le problème de partage de ressources attentionnelles chez le conducteur, ne soit pas ressorti très clairement des présents travaux du fait de la nature des données utilisées.

D'une façon générale, le conducteur sortant d'une intersection, où la gestion des interactions avec d'autres usagers, comme la réalisation de la manœuvre tournante elle-même, mobilise nécessairement des ressources attentionnelles, il semble probable qu'une telle situation ne favorise pas une prise en compte anticipée, par le conducteur, de la présence d'un piéton sur la branche de destination du véhicule. Et cela d'autant plus que le piéton n'apparaît que tardivement dans le champ de vision du conducteur du fait de la manœuvre tournante. Mais dans les procédures d'accident étudiées, l'identification plus précise d'une focalisation de l'attention du conducteur sur un autre usager, un autre secteur du carrefour, ou sur la réalisation d'une manœuvre rendue difficile par la géométrie des lieux, n'est possible que dans 4 cas sur 10, les témoignages étant insuffisamment détaillés dans les autres cas. Notons que dans les trois cas de l'échantillon EDA qui ont été considérés ultérieurement comme relevant de ce scénario type, la focalisation de l'attention du conducteur sur un autre usager apparaît clairement, les données EDA étant bien sûr beaucoup plus complètes.

Cependant, dans plusieurs cas concernant en particulier des manœuvres de tourne-à-droite, d'autres conditions peuvent aussi conduire à la non-détection du piéton : une gêne visuelle liée à la présence du soleil dans le champ visuel du conducteur, une forte pluie, la présence de masques latéraux souvent associée à une géométrie trop fluide du mouvement de tourne-à-droite (favorisant une vitesse relativement élevée pour une manœuvre tournante).

Des possibilités de prévention paraissent envisageables notamment dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses, en particulier en évitant une conception trop fluide de la géométrie des mouvements tournants en intersection, en évitant les carrefours trop vastes, mais aussi en amont par toute mesure de nature à limiter le niveau des vitesses sur les voies approchant les intersections. La possibilité de tourner à une intersection à une vitesse relativement élevée réduit en effet le temps disponible pour le prélèvement et le traitement de l'information (rendant aussi plus critiques les limitations de visibilité liées aux masques latéraux) et, manifestant un « rapport de force » favorable à l'automobile, peut encourager une prise d'information plus sommaire de la part de l'automobiliste, voire une mauvaise anticipation du comportement du piéton liée à un « sentiment prioritaire » chez le conducteur.
- L'exploitation des carrefours à feux. Les travaux de Hall (1986) mettent en évidence que sur des intersections à feux à 4 branches, les gestions de feux à trois phases limitent en général le risque d'accident entre un véhicule tournant et un piéton traversant la branche de destination de ce véhicule, par rapport aux fonctionnements à deux phases (sans qu'il y ait d'effets négatifs sur les autres

accidents puisque le risque d'accident, tous types confondus, apparaît aussi significativement plus faible pour les systèmes à trois phases). Ce résultat peut être interprété si l'on considère que dans un système à trois phases, le conducteur tournant d'une branche principale vers une branche secondaire, n'étant plus confronté au trafic venant en face, peut consacrer davantage d'attention aux piétons présents sur sa branche de destination. Un autre résultat, dû à Taylor *et al.* (1996), montre par ailleurs que sur des intersections à feux à trois branches, des phasages complexes (principalement : décalages à la fermeture ou à l'ouverture) ont des effets plutôt défavorables sur l'ensemble des accidents de piétons. Concernant l'intérêt éventuel d'une phase réservée aux piétons sur l'ensemble du carrefour, les résultats issus de la littérature sont contradictoires : Zegeer (1993), citant Zegeer *et al.* (1983), note qu'un tel phasage contribue à réduire les accidents de piétons, mais augmente cependant les temps d'attentes pour tous les usagers ; d'un autre côté, les travaux de Hall (1986) et de Taylor *et al.* (1996), tendent à montrer qu'un tel phasage contribue à augmenter les nombres d'accidents de piéton, voire aussi le nombre total d'accidents sur les carrefours à feux à 4 branches (Hall, 1986) ; d'autre part les résultats de Gärder (1989), issus d'une recherche reposant sur une technique de conflits de trafic, font état de l'effet positif d'une telle phase réservée aux piétons dans une petite ville, mais aussi de l'inefficacité de cette disposition à Stockholm, du fait d'une plus grande proportion de piétons traversant au rouge piéton.

- L'apprentissage de la conduite. En référence, ici également, aux perspectives ouvertes par les travaux de Fisher *et al.* (2002), l'intérêt éventuel d'une formation aux situations à risque rencontrées dans le présent scénario type – en particulier liées au partage de ressources attentionnelles dans les manœuvres tournantes en intersection – peut être évoqué.
- L'éducation des piétons. Comme dans le scénario type 9 présenté plus loin, mais à un moindre degré, il semble que dans les cas du présent scénario type le piéton place parfois une confiance excessive dans une présumée « protection » que lui offrirait le passage piéton et éventuellement l'état des feux (figurine piéton au vert). Cela se traduit dans un cas par une absence de prise d'information, dans un cas par une anticipation erronée du comportement de l'automobiliste (le piéton s'attend à ce qu'il s'arrête), et dans d'autres cas (3 cas probables) par une prise d'information effectuée en début de traversée mais non renouvelée, conduisant à la non-détection du véhicule. Sur cet ensemble de 5 cas, l'un concerne un jeune piéton de 10 ans et deux des piétons âgés (74 ans, 79 ans). La possibilité d'une inflexion de ces comportements dans le sens de pratiques plus défensives, intégrant en particulier la possibilité d'une erreur ou d'une défaillance de la part du protagoniste automobiliste, sera évoquée plus loin dans la discussion relative au scénario type 9.

Scénario type 9

(décrit sur la base de 10 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule, généralement en agglomération (9 cas), sur une infrastructure large et/ou rapide. Un piéton, souvent âgé ou au contraire enfant ou adolescent (piéton âgé de plus de 70 ans dans 4 cas, de 10 à 15 ans dans 4 cas), est en attente (ou en cours) de traversée, sur un passage piéton (9 cas).

Situation d'accident

Le conducteur continue sa progression alors que le piéton engage ou poursuit sa traversée de chaussée. En général, le piéton détecte le véhicule mais estime qu'il est assez loin et/ou ne s'attend pas à ce qu'il poursuive sa progression sans ralentir (9 cas, 1 cas indéterminé), compte tenu de la présence du passage piéton. Le conducteur détecte trop tardivement le piéton (6 cas, dont 2 où il n'y a aucune détection avant le choc), ou s'attend à ce que le piéton ne s'engage pas ou ne poursuive pas sa traversée (4 cas).

Situation d'urgence

Selon les cas, il y a freinage d'urgence (4 cas dont deux avec déport latéral) ou aucune manœuvre d'urgence n'est réalisée (4 cas). Deux cas restent indéterminés.

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton.

Facteurs accidentogènes

- Infrastructure rectiligne ou large ou conditions d'approche rapides (route hors agglomération, traversée de petite agglomération) ayant favorisé une vitesse relativement élevée et/ou une anticipation inappropriée du comportement du piéton par le conducteur (5 cas) ;
- infrastructure large ayant rendu difficile la tâche de traversée pour le piéton (allongement du temps de traversée, plus grande difficulté pour l'évaluation de la situation) (5 cas) ;
- insuffisance de l'aménagement de la traversée piétonne (réduit à la signalisation au sol, pas d'avancée de trottoir, pas de refuge, etc.)

incompatible avec les caractéristiques générales de la voie (large, rectiligne, dans une traversée de petite agglomération, *etc.*) (5 cas) ; dans un autre cas, sur une route nationale hors agglomération, la présence même d'une traversée pour piéton peut être mise en question ;

- absence de refuge piéton sur une chaussée large ayant sans doute favorisé un non renouvellement de la prise d'information en milieu de traversée (1 cas) (la présence d'un refuge piéton aurait permis d'autre part de souligner la présence du passage piéton dans ce cas et dans 6 autres cas) ;
- relative inexpérience des situations de circulation routière par le piéton, ayant probablement favorisé une confiance excessive dans une présumée « protection » offerte par le passage piéton (3 cas probables, impliquant de jeunes piétons) ;
- inexpérience ou expérience limitée d'un jeune conducteur, ayant favorisé une anticipation inappropriée de l'évolution de la situation (2 cas ; 3 mois de permis de conduire, 2 ans de permis de conduire) ;
- alcoolémie relativement élevée chez le conducteur ayant contribué à une compréhension tardive de la situation (1 cas, 0,9 g/l. de sang) ;
- insuffisance localisée de l'éclairage public ayant contribué à la non-détection du piéton par l'automobiliste (1 cas) ;
- carrefour à feux excessivement vaste (1 cas ; plus de 70 m entre la ligne de feux d'où provient l'automobiliste et le passage piéton en sortie de carrefour, où a lieu l'accident) (conducteur âgé, circulant très lentement, parvenant en sortie de carrefour alors que le feu piéton est passé au vert).

Autres éléments explicatifs

- Conditions de visibilité dégradées liées à la nuit ayant contribué à la non-détection d'un piéton (2 cas, avec éclairage public, incluant le cas mentionné plus haut concernant l'insuffisance de l'éclairage ; dans l'autre cas, la présence d'un trafic relativement dense dans les deux sens de circulation rend difficile la détection d'un piéton traversant) ;
- grand âge du piéton, l'ayant conduit à s'appuyer sur une présumée « protection » du passage piéton pour effectuer sa traversée (fait un signe de la main en direction du conducteur puis s'engage), et ayant pu également engendrer des difficultés dans le prélèvement et le traitement de l'information (1 cas certain, piéton de 85 ans ; quelques autres cas possibles) ;
- grand âge du conducteur ayant engendré des difficultés dans le prélèvement et le traitement de l'information (1 cas, 90 ans) ;
- contexte du trajet (domicile-travail) favorisant la pratique d'une vitesse élevée (1 cas).

Autres aspects

- « Sentiment prioritaire » du conducteur, qui s'attend à ce que le piéton le laisse passer (à relier au caractère rectiligne ou large de la voie ou à son statut – route nationale traversant une petite agglomération) (4 cas) ; un tel sentiment prioritaire existe également chez le piéton, et apparaît clairement dans deux cas, où le piéton s'attend à ce que le véhicule s'arrête (piétons de 74 et 85 ans) ;
- attention du conducteur focalisée sur la recherche d'une rue, dans le cadre d'un déplacement professionnel (1 cas).

Domages corporels

Un cas est mortel. Il s'agit d'un accident survenu sur un passage piéton situé sur une route nationale de bord de mer hors agglomération. L'analyse des traces et autres indices permet d'estimer la vitesse initiale à plus de 75 km/h et la vitesse au choc à environ 50 km/h. Les victimes, toutes deux décédées, sont un couple de retraités de 67 et 72 ans.

Concernant les autres cas, le piéton est atteint de blessures relativement bénignes dans 5 cas (plaies et hématomes superficiels, douleurs articulaires sans lésion radiologiquement visible et sans gêne fonctionnelle, *etc.*, associés dans un cas à un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale), il est plus notablement touché dans un cas (traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale et traumatisme cervico-dorsal avec luxation C3-C4). Les blessures sont relativement sérieuses, incluant des fractures, dans 3 cas (non compris le cas mortel).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 9 cas ont lieu en agglomération, dont 3 dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants ; 1 cas a lieu hors agglomération.
- Age du piéton ou des piétons : 10 ans, 13 ans, 13 et 17 ans, 15 ans, 33 ans, 60 ans, 71 ans, 72 et 67 ans, 74 ans, 85 ans.
- Concernant les jeunes piétons : dans un cas, une jeune piétonne de 10 ans est accompagnée de sa sœur et de camarades (elle est la première à engager sa traversée) ; dans un autre cas, une piétonne de 15 ans se trouve à proximité d'un groupe de lycéens situés sur le trottoir ; dans un autre cas, deux jeunes piétons traversent ensemble (13 et 17 ans) et sont tous les deux percutés ; enfin, pour le dernier cas, la jeune piétonne de 13 ans traverse seule.
- Position de la traversée : à proximité immédiate d'une intersection dans 6 cas (dont un en intersection à feux), hors intersection dans 4 cas.
- Le piéton traverse sur un passage piéton dans 9 cas, à proximité dans un cas.
- Il fait nuit dans deux cas (avec éclairage public).

Discussion

Ce scénario type est l'un des plus représentés puisque l'on peut estimer qu'environ 8,6 % des accidents corporels de piéton recensés en France s'y rattachent (voir chapitre 2). Un scénario type comparable avait été mentionné dans la référence : Brenac *et al.*, 1996.

Ce scénario type peut être interprété comme la manifestation d'une incohérence dans l'aménagement : dans ces cas d'accidents, l'aménagement de la voirie en amont des lieux donne souvent à l'automobiliste le sentiment de circuler sur un axe conçu pour l'automobile ou crée du moins un « rapport de force » favorable à l'automobile, alors que, d'un autre côté, le passage piéton donne de fait aux piétons le sentiment que les automobilistes doivent prendre en compte et s'accommoder de leur manœuvre de traversée⁴³. Cela se traduit d'une part par des attentes inappropriées de la part des conducteurs – conduisant éventuellement à la non-détection du passage piéton et du piéton lui-même, ou à l'anticipation erronée d'un non engagement ou d'un arrêt du piéton – et d'autre part par une prise d'information souvent sommaire ou non renouvelée de la part du piéton, ou par l'anticipation erronée d'un arrêt ou ralentissement du véhicule.

La sur-implication particulière des piétons jeunes (moins de 15 ans dans 4 cas sur 10) et également des piétons âgés (plus de 70 ans dans 4 cas sur 10) peut être vue comme le résultat d'une confiance excessive dans une présumée « protection » que leur offrirait le passage piéton ; cette confiance excessive serait dans le cas des jeunes piétons le résultat d'une certaine inexpérience ; pour les piétons âgés, cela pourrait relever dans certains cas de la simple nécessité, leur moins grande rapidité dans le traitement de l'information et dans la manœuvre de traversée elle-même les obligeant à compter sur un ajustement du comportement des conducteurs (pour éviter des temps d'attente démesurés).

Des possibilités en matière de prévention semblent envisageables dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses, par l'aménagement ou par d'autres moyens (voir la discussion relative au scénario type 1). Ici encore, une vitesse moins élevée, laissant davantage de temps au conducteur pour le prélèvement et le traitement de l'information (donc pour la détection du passage piéton et du piéton), et incitant davantage le conducteur à prendre en compte la traversée des piétons (voir la discussion faisant suite à la présentation du scénario type 7, la référence Hydén *et al.*, 1995, citée dans : OCDE, 1998, et la

⁴³ Alors que les automobilistes ont l'obligation de céder le passage aux piétons régulièrement engagés dans la traversée d'une chaussée (Code de la route, article R415-11), que ce soit sur un passage piéton ou hors d'un passage piéton ; les piétons quant à eux doivent traverser la chaussée en tenant compte de la visibilité ainsi que de la distance et de la vitesse des véhicules (article R412-37), que ce soit sur un passage piéton ou en dehors. On voit donc que leur obligation d'utiliser les passages pour piétons existant à moins de 50 m (article R412-37 également) n'a, en droit, guère de contrepartie dans leurs rapports avec les automobilistes (si l'on excepte le cas particulier des précautions auxquelles sont tenus les automobilistes concernant le dépassement à l'approche d'un passage piétons ; article R414-5).

référence : Várhelyi, 1998) contribuerait vraisemblablement à réduire le risque d'accident de ce scénario type. D'autre part, il semble que l'estimation de la vitesse des véhicules soit souvent difficile pour les piétons (voir par exemple Himanen et Kulmala, 1988) ; la sous-évaluation d'une vitesse élevée peut alors conduire un piéton à prendre une décision inadaptée.

- La re-conception de l'infrastructure. Comme nous l'avons dit plus haut, ce scénario type met en évidence une incohérence dans l'aménagement : le passage piéton ne peut apporter de sécurité sur des axes relativement larges, rapides, dans un environnement urbain peu dense, si l'on se réfère aux conclusions que nous avons proposées dans la discussion relative au scénario type 7, concernant l'opportunité de la mise en place de passages pour piétons. Les cas de ce scénario type se produisent très fréquemment dans un environnement urbain peu dense ou de type « périphérie » (6 cas sur 10 ; et hors agglomération dans un autre cas). Il n'est pas exclu que la suppression du passage piéton ait un effet positif, mais la présence de passages piétons dans de tels contextes correspond cependant souvent à de réels besoins de traversée. Dans ce cas, une autre possibilité est une re-conception plus globale de l'infrastructure en amont, dans le sens de la modération des vitesses et d'une meilleure prise en compte de l'environnement urbain (ou du processus d'urbanisation d'une voie non urbaine par exemple), l'effet positif de ce type de réaménagement sur la sécurité routière ayant été démontré (voir en particulier : CERTU, 1994). Enfin un réaménagement de la traversée elle-même, par l'implantation de refuges, la réduction de la largeur de chaussée, la mise en place d'avancées de trottoirs, la surélévation du passage (plateau surélevé), *etc.* (sur ces différents points, voir notamment : Zegeer *et al.*, 2001 ; Gårder, 1989 ; Thompson et Heydon, 1991 ; CERTU, 1994), peut vraisemblablement améliorer la situation – ce qui ne dispense sans doute pas d'une re-conception plus globale de l'infrastructure sur des voies particulièrement rapides.
- L'apprentissage de la conduite. La faible expérience du conducteur est mise en évidence comme facteur accidentogène dans deux des cas relevant de ce scénario type. Plus généralement les jeunes conducteurs y sont plutôt surreprésentés, dans les mêmes proportions que pour l'ensemble des accidents de piétons. Dans les deux cas où l'inexpérience a été relevée comme facteur accidentogène, la conséquence en a été une anticipation inappropriée du comportement du piéton (préalablement détecté) par le conducteur. Les cas de détection nulle ou tardive du passage piéton et/ou du piéton concernent des conducteurs de tous niveaux d'expérience, et très majoritairement des conducteurs expérimentés voire très expérimentés. Pour cette raison, on peut penser que, concernant le problème de la non détection, les mesures d'ergonomie routière (par la re-conception des infrastructures, voir plus haut) ouvrent sans doute des perspectives plus intéressantes que la formation ou l'apprentissage. Mais concernant l'anticipation erronée du comportement du piéton, il est probable que l'intégration, dans la formation des conducteurs, de la connaissance de telles situations « à risque » (piéton s'apprêtant à traverser sur un passage piéton, ou ayant engagé une

traversée, sur une infrastructure roulante où le conducteur survient avec une vitesse assez élevée) et des pratiques défensives adaptées (prise en compte d'un risque d'erreur d'appréciation de la part du piéton et diminution de la vitesse) serait de nature à améliorer les capacités de gestion de ces situations par les conducteurs ; ce type de perspective a déjà été évoqué pour d'autres scénarios types, et fait référence aux travaux de Fisher *et al.* (2002).

- L'éducation des piétons. L'implication particulière de piétons de moins de 15 ans dans les cas ce scénario type, pouvant s'expliquer par une expérience encore limitée, suggère que des mesures d'éducation visant les jeunes piétons pourraient être envisagées. L'objectif pourrait être de faire prendre en compte par les jeunes piétons le risque d'erreurs de la part des automobilistes à l'approche de passages piétons (en matière de détection ou d'évaluation de la situation, en particulier sur des infrastructures rapides dans des environnements peu densément urbanisés), et la nécessité d'un renouvellement ou d'une continuité du prélèvement d'information sur le trafic lors de la traversée. Mais la portée possible de ce type de mesure reste à évaluer.

Scénario type 10

(décrit sur la base de 5 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule sur une voie principale urbaine, rectiligne, large à très large, et s'approche d'un carrefour à feux (4 cas ; autre cas : circulation réglée par un agent), **où un piéton est en attente de traversée** (ou plusieurs piétons).

Situation d'accident

Le conducteur passe généralement au rouge ou à l'orange⁴⁴ (3 cas : début de rouge 1 cas, rouge – moment précis non déterminé – dans 1 cas ; orange dans 1 cas, dans un carrefour excessivement vaste) ou en fin de vert (1 cas ; carrefour vaste et franchissement à allure réduite), **et se trouve confronté dans la plupart des cas à un piéton traversant au vert piéton en sortie de carrefour** (4 cas). **La détection du piéton par le conducteur est tardive.**

Situation d'urgence

Le plus souvent, le conducteur ne réalise pas de manœuvre d'urgence (3 cas ; autres cas : 1 cas de freinage, 1 cas de déport latéral).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton (ou les piétons).

⁴⁴ Pour plus de clarté, nous utilisons l'adjectif « orange » employé dans le langage commun et non l'adjectif « jaune » qui est celui retenu dans les terminologies technique et officielle.

Facteurs accidentogènes

- Infrastructure rectiligne, large à très large, contribuant à la pratique de vitesses élevées (4 cas) et favorisant une adaptation trop tardive du comportement à l'évolution de la situation (passage à l'orange puis au rouge, ou régulation de la circulation par un agent) (3 cas) ou une détection trop tardive de la présence du feu rouge (1 cas probable) ;
- continuité excessive d'une chaussée bidirectionnelle large (plus de 10 m) (absence d'aménagement de rupture comme un refuge piéton, par exemple), ayant contribué à l'insuffisance de la perception du carrefour et de la traversée piétonne en approche (2 cas) ;
- carrefour à feux excessivement vaste (67 m entre ligne d'effet des feux et passage piéton en sortie de carrefour) ayant contribué à ce qu'un véhicule entré dans le carrefour au feu orange en sorte alors que le feu piéton est déjà passé au vert (1 cas ; une étude précise du phasage des feux à l'époque de l'accident aurait néanmoins été nécessaire pour conforter cette analyse ; un rouge intégral trop long n'est cependant pas une solution sans inconvénient pour la sécurité, et c'est bien la compacité du carrefour qui devrait d'abord être recherchée) ;
- relative inexpérience des situations de circulation routière par le piéton, ayant favorisé une confiance excessive dans la protection offerte par le feu tricolore ou par un agent réglant la circulation (2 cas, impliquant de jeunes piétons de 4 ans et 8 ans, pas de prise d'information sur le trafic au cours de la traversée) ;
- expérience limitée d'un conducteur de motocyclette (franchissant un feu en début de rouge) de nature à limiter ses capacités de prévision concernant les développements possibles de la situation (1 cas, 1 an et 4 mois de permis motocyclette légère).

Autres éléments explicatifs

- Jeune âge d'un conducteur de motocyclette ayant favorisé une vitesse relativement élevée et un style de conduite offensif (dépassement d'une file de véhicules s'arrêtant au feu et franchissement du feu en début de rouge) (1 cas, conducteur de 17 ans) ;
- grande manœuvrabilité (gabarit limité, capacités d'accélération) des deux-roues motorisés les incitant à dépasser des files de circulation en toutes circonstances (1 cas) ;
- grand âge du piéton de nature à favoriser, par nécessité, une confiance excessive dans la protection offerte par le feu tricolore (pas de prise d'information sur le trafic en cours de traversée) (un cas possible, couple de piétons de 75 et 73 ans).

Autres aspects

- Attention d'une conductrice portée sur un autre accident qui vient de survenir sur le carrefour puis sur un véhicule en attente de tourne-à-gauche et qui la gêne (1 cas) ;
- dans un cas, un agent communal règle la circulation : voyant une jeune piétonne en attente sur le trottoir en face de lui, il prend place sur la chaussée et stoppe une première file de circulation, et alors qu'il se retourne et n'a pas encore formellement arrêté la circulation en sens inverse, un véhicule y survient et percute la jeune piétonne qui a engagé sa traversée ;
- dans un cas, une conductrice dit avoir franchi l'intersection au feu orange sous la pression des véhicules qui la suivent, pour ne pas se faire percuter ;
- dans deux cas, le piéton (enfant) traverse en courant.

Dommages corporels

Les blessures subies par les piétons paraissent souvent sérieuses : fractures des membres inférieurs (2 cas), blessures sérieuses (mais sans autre information) ayant engendré plus de deux mois d'hospitalisation (1 cas). Dans un autre cas, le piéton présente des contusions et une « fêlure » du péroné. Enfin dans un cas les informations sont insuffisantes pour conclure (même si les blessures ne sont probablement pas d'une grande gravité : 24 heures d'hospitalisation pour observation, 3 jours d'incapacité).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 5 cas ont eu lieu en agglomération, dont 4 dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants
- Age du piéton ou des piétons : 4 ans, 8 ans, 17 et 18 ans, 64 ans, 73 et 75 ans.
- Concernant les piétons enfants : piéton de 4 ans accompagné de son père, piétonne de 8 ans non accompagnée, rentrant de l'école à son domicile.
- Position de la traversée piéton : en intersection dans tous les cas (collision impliquant un véhicule en mouvement direct sortant de l'intersection dans 4 cas sur 5, en mouvement direct entrant dans l'intersection dans le cas restant).
- Le piéton traverse sur le passage piéton dans tous les cas.
- Il fait nuit dans 1 cas (éclairage public allumé).

Discussion

Ce scénario type est moins représenté que les précédents. On peut estimer (voir chapitre 2) qu'il correspond à environ 1,5 % des cas d'accidents corporels de piétons recensés en France.

On peut relever, comme dans le scénario type précédent, un excès de confiance du piéton dans l'aménagement fait à son attention (le passage piéton), mais cette confiance est encore renforcée ici puisque l'état des feux (ou l'agent réglant la circulation) impose normalement l'arrêt des véhicules.

Le franchissement des feux au rouge ou à l'orange est dans ce scénario type favorisé par une conception large et rapide de l'infrastructure. Une telle conception, favorisant en particulier la pratique de vitesses élevées, rend souvent difficile une adaptation de la conduite (ralentissement et arrêt) au changement d'état des feux, ou parfois rend plus inattendue la présence de feux et conduit à les percevoir trop tardivement, et peut également amener certains conducteurs à franchir le feu à l'orange de peur d'être percutés par les véhicules qui suivent.

Des possibilités de mesures préventives concernant ce scénario type semblent pouvoir être trouvées notamment dans les domaines suivants :

- La réduction des vitesses. Nous venons de voir que la vitesse joue un rôle important également dans ce scénario type. Les mesures de tout type, incluant l'aménagement des voiries, de nature à réduire les vitesses pratiquées en amont et en approche de tels sites, peuvent contribuer à limiter le risque d'accident de ce scénario type. Nous avons déjà évoqué plus haut (voir scénario type 1) les références concernant les effets de telles mesures sur la sécurité. La grande ou très grande largeur des voiries empruntées par l'usager franchissant les feux dans ce scénario type doit être soulignée (sur les 4 cas en carrefour à feux, les configurations rencontrées sont : trois voies à sens unique, quatre voies, cinq voies, huit voies ; y compris les voies spécialisées). Plus généralement, l'importance de la largeur et du nombre de voies dans la genèse des accidents entre véhicules en flux direct et piétons ressort de diverses recherches (voir par exemple : Hall, 1986 ; Gårder, 1989).
- Le réaménagement de la voirie. Dans ce domaine, outre les mesures globales de réaménagement visant la modération des vitesses, des aménagements soulignant la présence de l'intersection (refuges piétons, avancées de trottoirs, etc. ; cf. Gårder, 1989 ; Thompson et Heydon, 1991) auraient pu dans plusieurs cas permettre une détection plus précoce de l'intersection et peut être une régulation de la vitesse en approche, et donc de meilleures conditions pour une adaptation ultérieure de la conduite à la modification de la situation (feu passant à l'orange puis au rouge). D'autre part, une conception plus compacte des carrefours limiterait le risque qu'un véhicule entrant lors de la phase orange (voire verte, si le carrefour est encombré) se trouve en sortie confronté à un piéton engageant sa traversée au vert piéton (ce qui survient dans 2 des cas étudiés, sur de vastes carrefours où la distance entre la ligne d'effet des feux en entrée et le passage piéton situé en sortie vaut 39 m et 67 m respectivement ; sur la question connexe du phasage, voir le point suivant).

- L'exploitation des carrefours à feux. L'adaptation des temps de phase des feux, et en particulier la durée de la phase orange (jaune) et du rouge de dégagement, aux spécificités des sites (dimensions, etc.), paraît particulièrement importante pour la sécurité des piétons, si l'on se réfère à la solide étude (essai randomisé) de Retting *et al.* (2002). Ces auteurs ont montré que la mise en conformité de ces réglages aux préconisations de calcul de l'ITE (Institute of Transportation Engineers, 1985, 1999, références citées par Retting *et al.*) a conduit à une réduction de 37 % des accidents de piétons et de cyclistes et de 12 % de l'ensemble des accidents corporels, comparativement aux sites témoins non modifiés. La phase orange variait dans la situation initiale de 3 à 4 secondes (le plus souvent 4 secondes), et était comprise entre 2,6 et 5,4 secondes après modification. De même le temps de rouge de dégagement, initialement compris entre 2 et 3 secondes (le plus souvent 2 secondes), variait après mise en conformité entre 1,1 et 6,5 secondes. Notons que ces valeurs correspondent à la géométrie des intersections américaines ; le lecteur intéressé est invité à se reporter aux références citées. D'autre part, concernant les effets sur la sécurité des piétons et de l'ensemble des usagers des choix de phasage et de réglage des feux (et des choix de conception), le lecteur peut se reporter à la référence : SETRA, CETUR (1992, pp. 226-238) et aux nombreuses publications qui y sont citées.
- L'éducation des piétons. L'implication de jeunes piétons (2 cas sur 5, piétons de quatre et huit ans) traversant en courant sans prendre d'information, se fiant à l'état des feux ou à la présence d'un agent réglant la circulation, suggère que des mesures d'éducation pourraient être envisagées comme pour le scénario type précédent. L'objectif serait alors de faire prendre en compte par les jeunes piétons les risques d'erreurs de la part des conducteurs, et la nécessité d'un contrôle répété ou constant sur la circulation, même en ces lieux ou circonstances où tout véhicule est normalement tenu de s'arrêter. De telles mesures resteraient cependant à évaluer.

La question des effets de la répression des franchissements au rouge par des conducteurs, en matière de réduction des accidents de piétons

Notons d'abord que, en cohérence avec des résultats antérieurs (Gårder, 1989), les présents travaux montrent que parmi l'ensemble des accidents de traversée de piéton en présence de feux tricolores (sans se restreindre aux cas du présent scénario type), la configuration la plus fréquente est celle d'un passage au vert du véhicule. En effet sur les 189 cas de l'échantillon initial, incluant donc des cas relevant des différents scénarios types et des cas isolés ou non analysables, 32 sont des cas de traversée au niveau de feux tricolores (généralement en intersection et sur passage piéton) et ils se répartissent ainsi :

- 15 cas où le véhicule passe au vert et le piéton traverse en contradiction avec les indications des feux ;

- 7 cas où le véhicule comme le piéton ont un feu vert (ou orange clignotant) ; c'est le cas par exemple quand le véhicule effectue un mouvement tournant, où lorsqu'il entre au vert dans un carrefour où il est fortement ralenti et heurte un piéton en sortie pour lequel le feu est déjà passé au vert piéton ;
- 3 cas où le feu est rouge ou orange pour le véhicule, et vert pour le piéton (traversant souvent en sortie de carrefour) ;
- et 7 cas où les données ne permettent pas de conclure (absence de témoignages ou témoignages contradictoires ne pouvant être surmontés du fait de l'absence de témoins extérieurs ou d'autres indices ; ces cas ont été généralement considérés comme « non analysables »).

Nous allons examiner ci-dessous l'effet de dispositifs renforçant la répression du franchissement au rouge par les véhicules. Dans un premier temps nous considérons leur influence sur les comportements en conduite courante. Nous nous intéressons ensuite à leur effet concernant les accidents eux-mêmes.

Plusieurs études ont traité de l'évolution des comportements de franchissement au rouge après mise en place de systèmes de photographie et de contrôle/sanction automatique pour les véhicules passant au rouge (voir notamment : Lum et Wong, 2003, 2002 ; Chen, 2001 ; Retting *et al.*, 1999 ; Chin, 1989 ; Thompson *et al.*, 1989). Ces études portent sur des programmes réalisés en Australie, aux Etats-Unis, au Canada, en Grande Bretagne, ou à Singapour. Les résultats montrent en général que la mise en place de tels systèmes entraîne une diminution de la fréquence des franchissements de feux rouges par les conducteurs sur les sites traités, du moins dans les trois à quatre mois suivant leur installation⁴⁵.

Par contre, les résultats concernant les effets de ces systèmes sur les accidents liés au franchissement des feux rouges semblent mitigés. Diverses études ont traité de cette question (voir en particulier : South *et al.*, 1988 ; Hillier *et al.*, 1993 ; Andreassen, 1995 ; Ng *et al.*, 1997 ; Radalj, 2001 ; Retting et Kyrchenko, 2002 ; Chin et Quddus, 2003 ; la revue de Retting *et al.*, 2003, mentionne également quelques autres études). À notre connaissance, aucune publication ne met en évidence d'effet positif significatif sur les accidents de piéton. Concernant les autres types d'accidents, les résultats sont plutôt

⁴⁵ La question de la durabilité de cet effet reste posée : les résultats de Thompson *et al.* (1989), montrent par exemple, dans le cas de la mise en place d'appareils photographiant automatiquement les véhicules franchissant les feux, accompagnée d'une large publicité, qu'une réduction dans le franchissement des feux rouges a été observée mais a disparu trois mois après (cependant cette étude ne permet pas de conclure dans la mesure où ce dispositif n'incluait pas de système de sanction). D'autre part Chen *et al.* (2001) rapportent des résultats où l'effet (indirect) de réduction des franchissements, observé sur des sites non équipés bénéficiant d'un effet de halo lié à l'équipement d'autres sites, est réduit de moitié entre le premier mois et le sixième mois après mise en place du programme.

contradictoires, montrant des effets souvent non significatifs positifs ou négatifs (pour l'ensemble des accidents y compris matériels, pour les accidents de type collision à angle droit y compris accidents matériels, pour les accidents corporels de collision arrière). Une tendance plus favorable apparaît concernant l'ensemble des accidents corporels (excepté le résultat négatif significatif de l'étude transversale de Chin et Quddus, 2003), et concernant les accidents corporels de type collision à angle droit. Un effet défavorable, souvent significatif, est constaté dans la plupart des études concernant l'ensemble des collisions arrières (y compris matérielles). La plupart de ces études ont d'importantes faiblesses méthodologiques, comme le notent Retting *et al.* (2003). Le biais de régression vers la moyenne est souvent présent, et peut conduire en particulier à des résultats surévalués, ou apparemment positifs alors que l'effet réel est nul voire négatif. Retting *et al.* (2003) notent aussi que la plupart de ces études (excepté Retting et Kyrychenko, 2002) ne prennent pas en compte l'« effet de halo » : l'effet des systèmes de contrôle automatique des franchissements au rouge peut en effet toucher de nombreux sites et non seulement les sites équipés du dispositif, les conducteurs n'étant pas certains de connaître tous les sites équipés. Mais si la prise en compte de cet effet de halo peut éventuellement conduire à réévaluer les réductions d'accident attribuées à ce type de programme par certaines études, elle ne peut pas remettre en cause les résultats négatifs obtenus dans d'autres recherches (puisque si l'influence est négative sur les sites aménagés, elle est très probablement négative aussi sur les sites concernés par l'effet de halo).

Si Retting *et al.* (2003) concluent leur revue de la littérature en considérant que l'effet de ce dispositif est favorable, nous considérons pour notre part que l'ensemble des résultats qui viennent d'être évoqués doit inciter à la prudence. De plus, parmi les études évoquées, très peu étudient les effets de long terme (à part celle d'Andreassen, 1995, aux résultats plutôt négatifs), alors que si l'on admet que l'influence à court terme de ce type de programme est positive et tient en grande partie à l'effet de halo (les sites équipés restant de fait peu nombreux), la question de l'érosion à long terme de l'efficacité du système se pose (l'effet sur les comportements de franchissement du feu rouge pouvant s'atténuer : Chen *et al.*, 2001). Enfin, notons que dans une recherche portant sur les phénomènes de franchissement de feux rouges dans les états australiens de Victoria, de Queensland et de Western Australia, F. Green (2003) montre que la proportion d'accidents avec franchissement de feu rouge (parmi l'ensemble des accidents en carrefours à feux) n'a pas évolué depuis le début des années 1980, malgré le fort développement des systèmes de photographie et de contrôle/sanction automatique pour les véhicules passant au rouge.

En résumé, la capacité de ce type de dispositif à réduire les nombres d'accidents liés à des franchissements au rouge semble moins clairement établie que sa capacité à réduire les franchissements au rouge dans les comportements en conduite courante. Ce n'est pas surprenant, si l'on considère que

généralement ces systèmes ont été mis en place « [...] *primarily to discourage red running rather than to reduce accidents* » (Chin et Quddus, 2003, p. 258). D'autre part il est important de noter que les franchissements de feux rouges observés dans la circulation courante peuvent être assez fréquemment délibérés alors que les franchissements au rouge observés lors des accidents de la circulation sont *rarement délibérés*.

Par exemple, le démarrage anticipé au rouge, qui relève en général clairement d'une manœuvre délibérée, peut représenter jusqu'à environ la moitié des franchissements au rouge en conduite courante (CETE Normandie-Centre, SERES, CETUR, 1981), mais ne représente qu'environ 6 % des accidents avec franchissement du rouge dont l'analyse a permis de déterminer précisément les circonstances (CETE de Rouen, SERES, CETUR, 1979 ; sur la base d'analyse de procès-verbaux de police). Cela s'explique sans doute parce que ces comportements de démarrage anticipé au rouge sont accompagnés d'une certaine circonspection et d'une prise d'information complète sur la circulation, qui font qu'ils dégénèrent plus rarement en accidents. D'autre part, selon cette dernière étude, la non perception des feux ou la confusion sur l'état des feux peuvent être déduites des rapports de police dans 24 % des cas d'accidents⁴⁶ (dont les circonstances concernant l'état des feux ont pu être déterminées) ; et la répression des franchissements au rouge paraît *a priori* peu opérante dans ce cas. Quant aux franchissements en début de rouge ou à l'orange (43 % des cas de franchissements dont les circonstances ont été déterminées, d'après cette étude), s'il est probable qu'ils sont parfois délibérés, les éléments présentés plus hauts ou issus de la littérature amènent plutôt à penser que la décision y est prise dans l'urgence et dans un sévère jeu de contraintes où la vitesse pratiquée en amont et sur les lieux joue un rôle majeur (Williams, 1977 ; d'autre part la sur-implication des infrastructures larges, aux nombreuses voies, a été évoquée plus haut et apparaît également dans : CETE de Rouen, SERES, CETUR, 1979), et dans ces cas le terme « délibéré » paraît abusif car le temps manque pour délibérer⁴⁷. Dans de telles conditions, il n'est pas certain que la peur du contrôle et de la sanction des franchissements au rouge puisse être opérante, et si elle peut l'être, il n'est pas certain qu'elle n'ait pas d'effet indésirable en amenant à négliger d'autres contraintes (un exemple en est l'effet d'augmentation des collisions arrières relevé par différents auteurs cités plus haut, lors

⁴⁶ Ce problème de non perception ou d'incompréhension concernant l'état des feux apparaît plus important si l'on s'appuie sur des données plus approfondies comme les enquêtes de l'étude détaillée d'accidents (EDA) de l'INRETS : sur 19 cas d'accidents en carrefours à feux (tous types d'utilisateurs), 12 n'impliquent pas de franchissement au rouge, 1 cas implique un franchissement au rouge par un piéton, et sur les 6 cas de franchissement au rouge par un véhicule, 4 cas relèvent de la non perception des feux ou d'une confusion, 1 cas met en jeu une rupture du système de freinage, et 1 seul cas relève d'un franchissement « délibéré ».

⁴⁷ Du latin *deliberare*, qui signifie « réfléchir mûrement ».

de la mise en place de systèmes de photographie et de contrôle/sanction automatique des franchissements)⁴⁸.

Les éléments qui viennent d'être présentés nous amènent à penser que les mesures visant la réduction des vitesses et l'amélioration de l'aménagement (en amont et sur le site : réduction de la largeur, du nombre de voies, mise en place d'îlots ou refuges renforçant la perception de l'intersection, *etc.*) sont *a priori* mieux adaptées à la réduction des accidents par franchissement du feu rouge que l'accentuation de la répression (du franchissement au rouge), même si des évaluations restent nécessaires.

⁴⁸ Une influence éventuelle pourrait cependant résulter d'une possible réduction des vitesses, liée à cette crainte de la sanction des franchissements, et qui reste à démontrer ; les systèmes d'automatisation du contrôle et de la sanction des franchissements seraient alors à mettre en concurrence, du point de vue de l'intérêt pour la prévention, avec les systèmes d'automatisation du contrôle et de la sanction des infractions à la réglementation des vitesses. Et avec les améliorations de l'ergonomie de l'aménagement (réduction des nombres de voies, mise en place d'aménagements renforçant la perception des intersections et y favorisant la réduction des vitesses, *etc.*).

Chapitre 5

Présentation détaillée des scénarios types 11 à 15

Ce chapitre contient la présentation détaillée et les éléments de discussion relatifs aux scénarios type 11 à 15. Les conventions de présentation des scénarios types et les concepts utilisés sont présentés dans la partie « Préliminaire » du chapitre 3. Les autres fondements ont été développés au chapitre 1.

A la différence des scénarios types 1 à 10 décrits dans les deux chapitres précédents, chacun des scénarios types présentés ici concerne généralement des piétons présents sur la chaussée, statiques ou se déplaçant (longeant la chaussée, ou effectuant des manœuvres diverses), ou des piétons sortant d'un véhicule⁴⁹.

La littérature scientifique concernant les accidents relevant de ces problématiques est beaucoup moins abondante que celle consacrée aux accidents de traversée de chaussée. Les discussions présentées pour les différents scénarios types qui suivent seront de ce fait également moins développées.

Les scénarios types 11 et 12 concernent surtout le milieu non urbain. Le scénario type 11 rassemble des cas où la présence d'un piéton – se déplaçant longitudinalement, divaguant ou simplement statique – souvent inattendue, n'est détectée que très tardivement dans des conditions de visibilité mauvaise liées généralement à la nuit. Le scénario type 12 regroupe des cas où un piéton est présent ou évolue à proximité d'un véhicule arrêté, en panne ou accidenté, de nuit, le plus souvent sur une infrastructure très rapide (autoroute ou route à 2 x 2 voies), et n'est pas détecté, ou très tardivement, par un conducteur.

Les scénarios types 13, 14 et 15 sont plus urbains. Le scénario type 13 met en jeu la présence de piétons sur la voie, souvent en discussion, par exemple avec le conducteur d'un véhicule stationné ou arrêté. Le scénario type 14 rassemble des cas où un piéton sort vivement ou vient de sortir de son véhicule en stationnement, surprenant ainsi un conducteur approchant. Le scénario type 15 correspond à des cas de non-détection du piéton lors de manœuvres de marche arrière, souvent dans des parcs de stationnement ou sur des voies de desserte ou contre-allées.

⁴⁹ Quelques cas de piétons traversant peuvent cependant être rattachés à ces scénarios types.

Scénario type 11

Ce scénario type, décrit sur la base de 14 cas, est présenté ci-dessous. Il comporte deux variantes.

Situation de conduite

Un véhicule circule de nuit (9 cas, et 2 cas au crépuscule, 1 cas à l'aube), **généralement sur une infrastructure située hors agglomération ou en traversée de hameau ou petite agglomération** (8 cas hors agglomération, 5 cas en traversée de hameau ou petite agglomération).

Variante a (7 cas) – **La voie est assez large** (plus de 7 m dans 5 cas), **le conducteur n'est généralement pas alcoolisé** (6 cas). **Un piéton, fortement diminué par l'alcool, circule sur la chaussée dos au trafic** (4 cas) **ou est présent sur la chaussée** (divaguant 1 cas, couché 2 cas), **généralement en pleine voie de circulation**.

Variante b (7 cas) – **La voie est plus étroite** (moins de 6 m dans 4 cas, 6 m dans 3 cas). **Le conducteur est le plus souvent alcoolisé** (4 cas). **Un piéton, généralement non alcoolisé** (6 cas), **circule dos au trafic** (6 cas, face au trafic dans le cas restant) **en limite de l'accotement**.

Situation d'accident

Le conducteur approche du piéton sans le détecter suffisamment tôt (détection nulle dans deux cas au moins). **Le piéton n'est souvent vu qu'au dernier moment dans le faisceau des feux de croisement** (6 cas). Le caractère inattendu de la présence du piéton, notamment hors agglomération, les conditions nocturnes ou crépusculaires, la position surprenante du piéton (couché dans 2 cas), l'alcoolisation du conducteur, contribuent également au retard dans la détection ou l'identification du piéton. Concernant le piéton, il est probable qu'il n'ait pas une conscience claire de la situation sous l'effet d'une forte alcoolisation dans le cas de la *variante a*. Pour la *variante b*, il apparaît que le piéton, circulant bien au bord de la chaussée, ne prend pas d'information visuelle sur le trafic (sauf dans un cas).

Situation d'urgence

Variante a – **Il y a le plus souvent freinage d'urgence** (4 cas sur 7, dont 3 où il y a également coup de volant ; 2 cas sans manœuvre d'urgence, 1 cas indéterminé).

Variante b – **Le conducteur ne réalise généralement aucune manœuvre d'urgence** (6 cas sur 7 ; freinage d'urgence dans le cas restant).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton, ou lui roule dessus (2 cas, piéton couché sur la chaussée).

Facteurs accidentogènes

- Alcoolémie forte chez le piéton ayant contribué à l'absence de conscience claire de la situation et à l'adoption de comportements incompatibles avec la présence d'un trafic automobile nocturne (divagation sur chaussée, position allongée sur la chaussée, circulation en pleine voie dos au trafic) (7 cas, variante *a* ; alcoolémies de 0,95 g/l, 1,8 g/l, 2,43 g/l, 2,45 g/l, alcoolémie forte mais mesure non disponible dans 3 cas) ;
- conditions d'approche rapides ou caractéristiques d'aménagement ayant contribué à la pratique d'une vitesse élevée, et/ou à la non prévision de la présence possible de piétons et à leur détection tardive ou nulle par le conducteur (6 cas, infrastructures traversant des hameaux ou situées dans des zones d'urbanisation très diffuse proches de petites agglomérations ; voir aussi les deux autres cas mentionnés dans la partie « Autres éléments explicatifs ») ;
- alcoolémie forte chez le conducteur ayant contribué à la détection tardive ou nulle du piéton (5 cas : 4 cas de la variante *b* : 1,6 g/l, 1,8 g/l, 2,4 g/l, 2,6 g/l et un cas de la variante *a* : 2 g/l) ;
- abords de chaussée non adaptés à la circulation des piétons : absence d'accotement, absence de trottoir en entrée d'agglomération, accotement herbeux non praticable, trottoir trop étroit en traversée de petite agglomération (6 cas, variante *b* ; autres cas possibles) ;
- absence de rupture dans l'aménagement de la voie en entrée de petites agglomérations ou hameaux (4 à 5 cas) ;
- faible expérience de la conduite (1 cas : jeune conducteur avec 9 mois de permis) ayant favorisé une mauvaise interprétation de la situation ;
- abords de la voie masquant la visibilité dans une courbe (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Conditions de visibilité défavorables ou non optimales : nuit (9 cas, dont 2 avec éclairage public, et dont 1 cas avec forte pluie), crépuscule ou aube (3 cas), soleil en face du conducteur (1 cas) ;
- piéton dans une position sociale et/ou personnelle difficile, avec des effets sur la consommation d'alcool, l'importance accordée à la situation et à sa propre sauvegarde (4 à 5 cas possibles, variante *a*) ;
- type d'infrastructure et/ou environnement de la voie contribuant à la non-prévision de la présence possible de piétons et à la pratique de vitesses élevées (2 cas : autoroute et route nationale en pure rase campagne).

Autres aspects

- La détection trop tardive du piéton est souvent favorisée par la circulation en feux de croisement (codes) (6 cas), liée généralement au croisement

d'un véhicule circulant en sens inverse (4 cas), parfois à la négociation d'une courbe (1 cas) ;

- dans un autre cas, un cyclomotoriste, âgé de 69 ans, est ébloui par un véhicule circulant en sens inverse, il détecte une forme mais ne l'identifie comme étant un piéton qu'au moment du choc ;
- dans un cas, le conducteur circule en plein phares, détecte le piéton couché sur la chaussée, mais du fait de cette position inhabituelle du piéton, il pense que c'est un chien et que celui-ci va partir, il n'identifie le piéton comme tel que trop tardivement ;
- dans un cas, un piéton fait de grands signes au conducteur pour qu'il s'arrête car deux piétons sont couchés sur la chaussée un peu plus loin ; le conducteur, jeune et de faible expérience, pense que le piéton s'amuse car il est à proximité d'une discothèque ; il ralentit légèrement mais son attention étant captée par le piéton faisant des gestes, il ne détecte que tardivement les piétons allongés sur la route ;
- sur les 11 cas où le piéton circule le long de la chaussée, il tourne le dos au trafic de la voie sur laquelle il circule dans 10 cas, il lui fait face dans 1 cas ; cependant, dans au moins trois des cas où le piéton circule dos au trafic, relevant tous trois de la variante *b*, la présence d'une courbe peut justifier ce choix, le piéton pouvant préférer circuler sur l'extérieur de la courbe pour des raisons de visibilité (justification explicitement donnée dans un cas).

Domages corporels

Les accidents de ce scénario type sont particulièrement graves. On relève en effet 3 cas mortels sur les 14 cas du scénario type. Les blessures du piéton sont bénignes dans deux cas⁵⁰ (plaies superficielles, contusions). Dans deux autres cas, des blessures moins bénignes sont constatées : contusions diverses et entorse d'une cheville, plaie profonde au bras et traumatisme crânien sans perte de connaissance. Enfin les blessures sont sérieuses, incluant des fractures souvent multiples, dans 5 cas (dont deux avec fracture du crâne et coma). Dans deux autres cas, les informations disponibles sont insuffisantes.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 9 cas surviennent hors agglomération (au sens des limites constituées par les panneaux d'agglomération), dont 4 cas cependant dans un environnement partiellement urbanisé au voisinage, en approche ou en bordure (axe tangent) d'une petite agglomération⁵¹ ; 5 cas ont lieu en agglomération dont 1 dans une agglomération de plus de 100 000 habitants (et dont 4 en petite agglomération ou hameau).

⁵⁰ Mais dans l'un de ces deux cas un jeune cycliste accompagnant le piéton et circulant à sa gauche est sérieusement blessé : fracture du crâne, occipitale, avec œdème cérébral généralisé.

⁵¹ Quelques centaines à quelques milliers d'habitants.

- Age du piéton ou des piétons : variante *a* : 19 et 20 ans, 20 ans, 23 ans, 26 ans, 39 ans, 44 ans, 45 ans ; variante *b* : 15 ans, 15 ans (et jeune cycliste de 15 ans également), 17 ans, 58 ans, 66 ans, 75 ans, 80 ans.
- Il fait nuit dans 9 cas (dont 2 cas avec éclairage public) ; dans 2 autres cas, la nuit est tombante, un cas se produit à l'aube et enfin dans 2 cas l'accident survient de jour.
- Les motifs de déplacement du piéton sont assez bien connus pour les cas relevant de ce scénario type : déplacements liés à la fréquentation de bars, discothèques, fêtes, la nuit du samedi au dimanche ou du vendredi au samedi (4 cas pour la variante *a*, 1 cas pour la variante *b*), retour au domicile après une après-midi passée avec des amis (2 cas pour la variante *a*, 2 cas pour la variante *b*), déplacement au long cours d'une personne marginalisée (1 cas, variante *a*), trajet entre domicile et arrêt du car scolaire pour aller au collège (1 cas, variante *b*), courses (1 cas, variante *b*), « footing » (1 cas, variante *b*), motif non connu (1 cas, variante *b*).

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 4,3 % des accidents corporels de piétons recensés en France (voir chapitre 2). La gravité des cas qui s'y rattachent paraît particulièrement élevée, ce qui s'explique vraisemblablement en partie par un niveau de vitesse élevée lié à un environnement souvent non urbain, ou d'urbanisation diffuse, ou de traversée de petite agglomération. Cela s'explique aussi en partie par le rôle de l'alcool, qui met le conducteur hors d'état de réaliser une manœuvre d'urgence dans la variante *b* (et conduit donc à une absence de décélération avant le choc), et dont la présence chez le piéton, dans la variante *a*, diminue la probabilité qu'il survive à ses blessures (Miles-Doan, 1996 ; voir aussi, concernant l'influence de l'alcool sur la gravité : Zajac et Ivan, 2003).

Ce scénario type, concernant des piétons cheminant ou errant sur des infrastructures le plus souvent non urbaines, dont la présence est tardivement détectée par un conducteur du fait des conditions nocturnes et parfois du fait d'une limitation des capacités du conducteur liée à l'alcool, se distingue clairement du scénario type 5, qui concernait des piétons en traversée de chaussée. Cependant, il présente quelques aspects communs, par exemple la rapidité des infrastructures, la détection tardive du piéton souvent liée à des conditions de circulation de nuit, l'alcoolisation du piéton (pour le scénario type 5 et la variante *a* du présent scénario type 11). Des scénarios types présentant une certaine parenté avec le présent scénario type 11 ont été rapportés dans des études antérieures (Brenac *et al.*, 1996 ; Fleury *et al.*, 1990). Un rapprochement avec le type d'accident « *Pedestrian walking on roadway* » de Snyder et Knoblauch (1971) peut être également fait.

Pour les perspectives de prévention correspondant à ce scénario type, nous renvoyons d'abord, sur quelques points, aux développements

présentés dans la discussion relative au scénario type 5, concernant en particulier :

- La réduction des vitesses (voir discussion relative au scénario type 5).
- La lutte contre l'alcool chez le piéton. Notons cependant que, peut être plus encore que pour le scénario type 5, la forte consommation d'alcool peut être ici considérée comme un corrélat d'une situation sociale difficile, dans laquelle notamment la non motorisation entraîne des déplacements à pied sur des voies non urbaines, avec les risques que cela comporte. Ce qui suggère l'importance d'une perspective sociale, et non uniquement répressive, dans la prévention de ces accidents (voir discussion relative au scénario type 5).
- L'amélioration de la perceptibilité du piéton. Rappelons les réserves que l'on peut émettre concernant la promotion du port d'équipements réfléchissants (difficultés de toucher des populations marginalisées, possibilités de comportements de compensation de la part des conducteurs), tant que de solides évaluations des effets finaux (sur le risque d'accident) ne seront pas disponibles (voir discussion relative au scénario type 5).
- L'amélioration des projecteurs des véhicules. Se reporter à la discussion suivant la présentation du scénario type 5 ; les risques de comportements de compensation existent et des évaluations intégrant ces rétro-actions restent nécessaires.

D'autres perspectives concernent plus particulièrement le présent scénario type :

- La mise en place d'accotements de qualité ou de cheminements piétonniers distincts de la chaussée sur les voies non urbaines. De telles dispositions auraient permis d'éviter une grande partie des accidents de la variante *b* de ce scénario type. Dans une étude s'appuyant sur l'analyse de 50 cas d'accidents mortels de piéton hors agglomération, Lesot (1990) montre que 20 à 28 % de ces 50 accidents auraient pu être évités s'il y avait eu un accotement praticable pour le piéton. Les effets positifs de la mise en place d'accotements revêtus sur des routes de 6 m de large et plus, concernant la réduction de l'ensemble des accidents (principalement à travers la limitation des pertes de contrôle des véhicules) sont généralement admis (SETRA, CETUR, 1992). Une certaine prudence est nécessaire s'agissant de routes de moins de 6 m de large, où la mise en place d'accotements revêtus pourrait avoir un effet considérable d'augmentation des vitesses pratiquées, susceptible d'annihiler ou d'inverser les effets escomptés en matière d'accidents ; des évaluations restent nécessaires (même référence). La mise en place plus ponctuelle d'accotements revêtus, dans les courbes par exemple, ne présente *a priori* guère de risque d'augmentation des vitesses, et peut avoir un effet positif concernant ce scénario type, où les cas en courbe paraissent surreprésentés (3 cas sur les 7 de la variante *b*) par rapport à la proportion de courbes dans les tracés. Par ailleurs, l'étude des pratiques de déplacement des piétons peut conduire à mettre en place des cheminements piétons (éventuellement sous forme d'accotements revêtus) en priorité sur certains secteurs (un cas de ce

scénario type 11 concerne des enfants cheminant le long d'une route pour aller à l'arrêt du car de transport scolaire, par exemple).

- La lutte contre l'alcool chez le conducteur. Il ne peut être question ici de réexaminer l'abondante littérature scientifique consacrée aux effets de l'alcool sur le risque d'accidents, à la réglementation relative à l'alcool au volant et à ses effets. Concernant la littérature française à ce sujet, le lecteur peut se reporter en particulier aux références : L'Hoste, 1985 ; Biecheler-Fretel, 1985 ; Jayet, 1989, 1994 ; Filou et Khoudour, 1990 ; Guilbot, 1992 ; Biecheler-Fretel *et al.*, 1994 ; Biecheler et Jayet, 1994 ; Burkhardt *et al.*, 2001 ; Facy *et al.*, 2002. Notons que, de façon générale, concernant les politiques de répression des infractions, il est reconnu que l'efficacité dépend principalement de l'intensité des contrôles (et de la rapidité de la sanction), et que « la sévérité des sanctions existantes ne paraît pas avoir un effet prouvé important » (OCDE, 1999, p. 90)⁵². La durabilité des effets de réduction des risques d'accident liés au durcissement de la répression des infractions paraît donc incertaine lorsque les moyens de contrôle ne sont pas durablement renforcés. Les limites de l'action répressive tiennent aussi à la relative importance des cas de chronicité de la consommation d'alcool chez les conducteurs sous l'influence de l'alcool impliqués dans des accidents de la circulation routière (qui peut atteindre environ la moitié des cas : voir par exemple Varga *et al.*, 1999, utilisant différents marqueurs de chronicité, dans une étude conduite dans la ville hongroise de Szeged). Facy *et al.* (2002) notent que dans les infractions constatées concernant la conduite en état alcoolique, les récidives représentent environ 10 % des cas, et montrent l'intérêt d'une approche alternative où les conducteurs contrôlés positifs sont orientés vers des centres d'alcoologie.
- L'éducation des piétons concernant le sens de circulation le long des chaussées. Sur les 11 cas de ce scénario type où le piéton circule longitudinalement sur la chaussée, il tourne le dos au trafic dans 10 cas (et si on se restreint à la variante *b*, il tourne le dos au trafic dans 6 cas sur 7). Ces résultats sont en cohérence avec ceux de Lesot (1990), qui montrait que sur 17 cas d'accidents mortels de piéton en mouvement longitudinal sur la chaussée, le piéton marchait dans le même sens que le véhicule dans 11 cas, et dans le sens opposé dans 3 cas (3 autres cas restant indéterminés). Sauf à supposer que les comportements des piétons en situation courante (hors accidents) contreviennent de façon massivement majoritaire aux préconisations du code de la route (circulation face au trafic, c'est-à-dire sur le bord gauche de la chaussée), ces chiffres tendent à montrer que la circulation dos au trafic est effectivement plus dangereuse. Notons cependant que les piétons impliqués dans les accidents de ce scénario type et marchant dos au trafic, c'est-à-dire sur le bord droit de la chaussée, ne sont pas nécessairement en infraction au

⁵² Le Breton et Vervialle (1990) en donnent un exemple concernant l'effet de la loi Chalandon de 1987 (doublement des peines pour conduite en état alcoolique), dont l'effet sur les nombres d'accidents, principalement attribuable à l'impact médiatique (en combinaison avec celui de l'affaire Cellier), était apparu dans les mois précédant le vote de la loi, mais avait disparu un mois après.

code de la route, puisqu'il est précisé dans l'article R412-36, deuxième alinéa, que « *Hors agglomération et sauf si cela est de nature à compromettre leur sécurité ou sauf circonstances particulières, ils doivent se tenir près du bord gauche de la chaussée dans le sens de leur marche* ». D'ailleurs, dans trois cas d'accident de ce scénario type, la présence d'une courbe à gauche créant un problème de visibilité a pu conduire le piéton à circuler plutôt sur l'extérieur de la courbe, donc à droite (justification donnée explicitement dans un cas). Mais les éléments disponibles ne permettent pas de savoir si le risque aurait été effectivement plus grand s'ils avaient circulé sur le bord gauche sur l'intérieur de ces courbes. La présence dans les courbes d'un espace de circulation pour le piéton (accotement revêtu ou autre), y compris sur l'intérieur des courbes pour permettre la continuité du cheminement, serait très utile de ce point de vue (voir plus haut). On peut évoquer d'autre part la possibilité de promouvoir la circulation sur le bord gauche de la chaussée par des actions d'éducation ; cependant il n'existe pas à notre connaissance d'évaluation d'actions d'éducation portant spécifiquement sur ce point.

Scénario type 12

(décrit sur la base de 6 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule de nuit, hors agglomération, généralement sur une infrastructure très rapide (autoroute ou route à 2 x 2 voies dans 4 cas). **Un piéton est présent ou évolue autour d'un véhicule arrêté sur la voie ou débordant sur la voie, en panne (4 cas) ou immobilisé suite à un accident (2 cas).**

Situation d'accident

Le véhicule approche du véhicule arrêté en maintenant une vitesse trop élevée. La perception du véhicule arrêté et/ou du piéton situé à proximité est nulle ou très tardive (4 cas certains) ou le véhicule arrêté n'est pas perçu comme arrêté (1 à 2 cas).

Situation d'urgence

Le plus souvent, le conducteur ne réalise aucune manœuvre d'urgence (3tcas). Dans un cas, il y a freinage d'urgence (Il y a indétermination pour deux autres cas). Dans deux cas le piéton tente de s'enfuir pour échapper à la collision.

Situation de choc

Le véhicule qui survient heurte généralement le véhicule arrêté, qui est projeté sur le piéton (4 cas ; dans un autre cas, c'est le véhicule en mouvement qui, après avoir heurté le véhicule arrêté, heurte le piéton). Le véhicule heurte parfois directement le piéton (1 cas).

Nota : Par convention, nous ne listons pas ci-dessous les éléments qui ont contribué à la genèse de la panne ou de l'accident ayant immobilisé des véhicules sur les voies ou en partie sur les voies et contribué de ce fait également à la présence de piétons, car cela relèverait d'autres recherches. Mentionnons simplement ici sommairement la nature de ces incidents ou accidents initiaux : panne d'essence sur un véhicule léger, panne de batterie et panne électrique plus générale sur un véhicule léger, panne de pompe d'injection sur un tracteur semi-remorque, panne électrique générale sur un camion de 13 tonnes, premier accident de type collision arrière lié à un ralentissement – un conducteur voulant prêter assistance à un conducteur en panne (défaillance du joint de culasse) –, premier accident de type perte de contrôle, ayant entraîné la présence d'un véhicule de gendarmerie et de gendarmes sur la chaussée et l'accotement.

Facteurs accidentogènes

- Conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique de vitesses élevées (2 cas : tracé très rectiligne sur une route à 2 voies, aménagement à 2 ´ 2 voies en amont d'une zone en travaux ; voir aussi les cas mentionnés dans la partie « Autres éléments explicatifs »),
- conditions difficiles de travail de chauffeurs routiers (2 cas) ayant très probablement engendré une importante fatigue contribuant à la détection tardive du véhicule à l'arrêt sur une voie, ou à une analyse erronée de la situation (le véhicule immobilisé en grande partie sur la bande d'arrêt d'urgence n'étant pas identifié comme tel, mais comme circulant normalement),
- absence de signalisation lumineuse du véhicule arrêté du fait d'une panne électrique générale (2 cas).

Autres éléments explicatifs

- Conditions de visibilité dégradées liées à la nuit (6 cas, dont 1 avec brouillard),
- type d'infrastructure contribuant à la non prévision de la présence possible de piétons et de véhicules arrêtés sur les voies (hors période de fort trafic) et à la pratique de vitesses élevées (3 cas : autoroutes et route nationale à 2 x 2 voies en pure rase campagne),
- style de conduite rapide et offensif d'un jeune conducteur masculin (27 ans) ayant contribué à la pratique d'une vitesse élevée (au moins 110 km/h sur une route à 2 voies) (1 cas).

Autres aspects

- La non-détection du piéton est liée dans un cas à la circulation en feu de croisement et au croisement d'un véhicule venant en sens inverse,

- dans un cas, le conducteur, voyant un véhicule en feux de croisement sur la droite de la chaussée au loin, pense qu'il circule à contresens et freine brutalement puis se dirige roues bloquées sur ce véhicule qui est en fait un véhicule de gendarmerie arrêté à cheval sur l'accotement (intervention sur un accident),
- dans un cas, un conducteur de poids lourd ne perçoit pas le poids lourd arrêté devant lui sur la bande d'arrêt d'urgence (et débordant sur la chaussée, la bande d'arrêt ne faisant que 2,20 m) ou ne le perçoit pas comme arrêté, et il le percute,
- dans un cas, le conducteur, circulant sur une route à 2 × 2 voies, est intrigué par une motocyclette arrêté sur le bord droit, il se déporte à gauche et heurte à ce moment-là un véhicule en panne tous feux éteints en travers sur la voie de gauche (ce véhicule, en panne électrique et au frein à main défaillant, a reculé tout seul de la bande d'arrêt d'urgence jusqu'aux glissières de gauche),
- la situation du piéton au moment du choc est la suivante : piéton en train de verser un jerrycan d'essence dans son réservoir côté gauche de son véhicule arrêté à cheval sur l'accotement (piéton heurté directement) ; gendarmes sur l'accotement en intervention sur un accident (heurtés par leur véhicule, projeté par un autre véhicule) ; piéton sur le flanc droit de son poids lourd, cherchant à identifier une panne (piéton coincé entre les glissières et son véhicule, poussé par un autre poids lourd – cas mortel) ; piéton situé immédiatement en aval de son véhicule en panne arrêté en travers de la voie de gauche de la 2 × 2 voies, cherchant à alerter les conducteurs arrivant au moyen d'une lampe torche (piéton heurté par son propre véhicule, projeté par un autre véhicule) ; piéton ayant arrêté son semi-remorque sur la bande d'arrêt d'urgence en aval d'un camion en panne en voie de droite, et s'approchant sur la bande d'arrêt d'urgence pour prêter assistance (piéton heurté par le camion en panne, projeté par un autre poids lourd – cas mortel) ; piétons tentant de régler la circulation suite à une première collision (piétons heurtés par un véhicule qui vient de percuter un véhicule immobilisé).

Dommmages corporels

Deux cas d'accidents de ce scénario type sont mortels. Dans ces deux cas, le véhicule heurtant est un poids lourd de fort tonnage, qui pousse un camion en panne sur le piéton (dans un de ces cas le piéton est violemment projeté au sol et décède d'un fort choc sur l'arrière de la tête, avec fracture ; dans l'autre le piéton est coincé entre le poids lourd heurté et la glissière et décède d'un arrêt cardio-respiratoire, avec une importante hémorragie interne). Les piétons sont victimes de fractures des membres ou du bassin dans deux cas ; dans un autre cas les blessures sont sérieuses (au moins 23 jours d'hospitalisation) mais les éléments disponibles sont insuffisants pour décrire les blessures. Dans un seul cas de ce scénario type les blessures peuvent être considérées comme bénignes (traumatisme musculaire et hématome).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 6 cas se produisent hors agglomération, mais l'un d'entre eux survient cependant dans un environnement d'urbanisation diffuse en sortie d'une petite agglomération.
- Age du piéton ou des piétons : 27 et 27 ans, 33 ans et 44 ans, 38 ans, 46 ans, 53 ans, 77 ans.
- Il fait nuit dans 6 cas (dont 5 sans éclairage public et 1 cas où l'éclairage public, présent, n'est pas encore allumé).

Discussion

On peut estimer que ce scénario type, qui concerne essentiellement les voies non urbaines, représente environ 1,8 % des accidents corporels de piétons recensés en France (voir chapitre 2). La gravité de ces accidents, survenant de nuit sur des voies très rapides, paraît extrêmement élevée. Dans une étude portant sur une quarantaine d'accidents mortels de piéton sur autoroute (SETRA, CETUR, 1992, p. 57), les accidents correspondant à ce type de circonstances constituaient une proportion importante des cas. Notons en outre que l'inexpérience du conducteur ne paraît pas y jouer de rôle significatif, pas plus que celle du piéton.

Nous n'aborderons pas ici la question de la prévention des accidents, souvent matériels, ou des pannes qui ont été ici à l'origine de la présence des piétons de nuit sur ces infrastructures très rapides.

Concernant les autres aspects de la prévention, des possibilités pourraient être évoquées dans les domaines suivants :

- La réduction du niveau des vitesses pratiquées. Du fait des vitesses souvent très élevées constatées dans les cas de ce scénario type, le temps disponible pour réagir après la détection du piéton ou du véhicule arrêté est réduit, la manœuvre d'urgence est de ce fait souvent inexistante ou très tardive, ce qui compromet la possibilité d'évitement de la collision et aggrave les dommages corporels. Dans certains cas (voir la partie sur les facteurs accidentogènes), le niveau élevé des vitesses peut être lié à une conception particulièrement favorable à la vitesse sur des infrastructures non autoroutières (et l'on peut alors souvent trouver des solutions en matière d'aménagement : par exemple, certains choix d'aménagement permettent la réduction des vitesses en extrémité de sections à 2 x 2 voies, évitant la rémanence de comportements trop rapides sur les sections à deux voies leur faisant suite ; SETRA, CETUR, 1992 ; SETRA, 1994). Dans d'autres cas, le niveau de vitesse élevé est lié au concept d'infrastructure (autoroute, ou 2 x 2 voies) et aux limites de vitesses élevées qui lui sont associées. On ne connaît guère dans ce contexte de solutions d'aménagement permettant une réduction effective des vitesses (sauf à remettre en cause le concept d'autoroute, par exemple), et il y a sans doute davantage à attendre dans ce cas de l'amélioration du système de contrôle

et de sanction, qui permet du moins de réduire la proportion de dépassements des vitesses limites (voir aussi les éléments mentionnés dans la discussion relative au scénario type 5).

- L'amélioration des conditions de travail des chauffeurs routiers. Dans 2 cas sur les 6 de ce scénario type, la fatigue d'un chauffeur de poids lourd a vraisemblablement contribué à la non-détection d'un véhicule arrêté en aval, où à une interprétation erronée de la situation (poids lourd arrêté en aval sur l'accotement non identifié en tant que véhicule à l'arrêt). Concernant de tels accidents, le lecteur peut également se reporter aux références : SETRA, CETUR, 1992, p. 58 ; Agent et Pigman, 1990. Les conséquences néfastes, en particulier sur le risque d'accident de la circulation, des conditions de travail des chauffeurs routiers ont été établies depuis longtemps (Hamelin, 1981, 1986, 1987), mais il semble que la puissance publique ait quelque difficulté à prendre en compte efficacement ce problème⁵³.
- La conception des véhicules : un problème de signalisation lumineuse, en particulier sur l'arrière, des véhicules arrêtés, en panne ou accidentés, peut être évoqué ici. Deux cas relèvent d'une panne électrique générale⁵⁴. Un à deux cas concernent des véhicules arrêtés sur les voies ou sur l'accotement mais non identifiés comme des véhicules à l'arrêt.
- La promotion du port d'équipements lumineux ou rétro réfléchissants par les conducteurs ou passagers de véhicules en panne ou accidentés qui sont amenés à quitter leur véhicule. Si le piéton n'est heurté directement que dans un cas sur les six de ce scénario type, d'autres études donnent à penser que cette configuration est néanmoins assez fréquente, en tous cas concernant les accidents mortels (SETRA, CETUR, 1992, p. 57). A la différence du scénario type précédent, les piétons concernés ici sont aussi des conducteurs ou automobilistes (et en général ne relèvent pas de populations marginalisées que ce type de mesure peut plus difficilement atteindre). La possibilité d'équiper en série les véhicules de tels accessoires de sécurité pourrait être envisagée. On peut cependant s'interroger sur l'efficacité de l'amélioration de la détectabilité des piétons lorsqu'il s'agit d'infrastructures très rapides où la présence d'un piéton constitue un événement particulièrement inattendu. D'autres éléments et d'autres réserves concernant ce type de mesure sont développés dans la discussion relative au scénario type 11.

⁵³ Difficulté à réglementer efficacement dans un contexte d'internationalisation et de forte concurrence, insuffisance des moyens de contrôle, difficulté à pénaliser l'ensemble de la chaîne et non seulement les chauffeurs et l'entreprise de transport, etc. Mais accorde-t-on une importance réelle à la sécurité lorsque des intérêts économiques considérables sont en jeu ?

⁵⁴ Ce qui pourrait suggérer d'engager des réflexions sur la possibilité de doublement du circuit électrique par un circuit de secours plus sommaire, davantage protégé des chocs et dédié à la signalisation lumineuse (ou éventuellement à une signalisation spécifique aux véhicules en panne ou accidentés).

Scénario type 13

(décrit sur la base de 6 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule sur une voie étroite en centre ville (3 cas) ou sur une voie de desserte ou d'importance intermédiaire en périphérie d'agglomération (3 cas). Un piéton est arrêté sur la chaussée ou en limite de chaussée, souvent en train de discuter (avec un conducteur d'un véhicule à l'arrêt dans 4 cas, un autre piéton dans 1 cas).

Situation d'accident

Le plus souvent, le piéton recule sur la chaussée ou se retourne pour traverser (3 cas certains, 1 cas possible) alors que le véhicule survient, le conducteur n'ayant pas anticipé le mouvement du piéton (3 cas) ou n'ayant pas perçu le piéton (1 cas). Dans 2 autres cas survenant de nuit, le piéton n'effectue pas de mouvement de recul, et n'est pas vu par l'automobiliste. L'attention du piéton est généralement captée par la discussion en cours (5 cas).

Situation d'urgence

Le conducteur n'entreprend aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton, ou plus rarement lui roule sur le pied (1 cas).

Facteurs accidentogènes

- Conception générale et dimensionnement trop favorable à la pratique de vitesses élevées concernant des voiries de desserte ou d'importance intermédiaire en zone industrielle ou autres types de quartier périphérique (quartier universitaire) (2 cas certains),
- ambiguïté de l'aménagement de certaines rues quasi-mixtes maintenant une matérialisation (atténuée) de la séparation des espaces piétons et véhicules, laissant une place assez importante à l'espace véhicules (1 cas : « trottoirs » de 1,45 m, chaussée à sens unique de 2,20 m),
- alcoolisation (modérée) du conducteur (env. 0,30 g/l) (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Conditions de visibilité dégradées liées à la nuit (nuit avec éclairage public en fonctionnement, 2 cas ; dans un de ces cas, il y a également éblouissement du conducteur par un véhicule arrêté en sens inverse),

- masque à la visibilité et bruit visuel liés aux étals des commerçants débordant sur la voie un jour de marché(1 cas),
- style de conduite relativement rapide et offensif d'un jeune conducteur masculin (30 ans) ayant contribué à la pratique d'une vitesse élevée et à une réaction peu appropriée (appel de phares et poursuite du déplacement avec focalisation du regard sur le bas-côté) dans une situation d'éblouissement en zone urbaine (1 cas),
- âge du conducteur (66 ans) ayant peut-être contribué à la limitation de ses capacités visuelles nocturnes et à la non perception du piéton (1 cas possible).

Autres aspects

- Attention captée (au moins en partie) par la discussion avec un conducteur arrêté (4 cas), par la discussion avec un piéton (ou plus) et une activité de chalandage (1 cas certain, 1 possible),
- parmi les 4 cas de discussion avec un conducteur, le piéton vient de descendre de sa voiture et demande un renseignement à un autre conducteur dans un cas, c'est au contraire le conducteur qui interpelle un groupe de piétons pour leur demander un renseignement dans un autre cas, enfin dans un cas il s'agit d'une discussion entre deux personnes se connaissant et dans le dernier cas d'une discussion entre collègues travaillant sur un chantier,
- le faible trafic circulant sur certaines voiries (desserte en périphérie d'agglomération, route départementale secondaire traversant une petite agglomération) semble encourager les piétons à occuper la chaussée sans surveillance particulière du trafic (3 cas),
- la présence de trafic automobile, même circulant au pas, dans des centres d'agglomération entièrement « territorialisés » par des piétons lors de certaines circonstances comme les marchés génère nécessairement quelques risques de collisions (1 cas),
- le contexte de chantiers de voirie ou débordant sur la voirie conduit aussi à des comportements de « territorialisation » de l'espace par les personnels du chantier, source d'interactions conflictuelles avec le trafic, même circulant à faible allure (1 cas),
- dans un cas le piéton, en discussion avec le conducteur d'un véhicule arrêté, est sans doute dissimulé en partie par la portière avant gauche, ouverte, de ce véhicule arrêté ; le conducteur survenant par l'arrière ne détecte pas la portière ouverte (du véhicule arrêté, bleu foncé) ni le piéton situé au-delà, et percute la portière et le piéton.

Dommages corporels

L'un des cas d'accidents de ce scénario type est mortel ; le piéton est percuté par l'avant du véhicule, puis heurte le capot et le pare-brise. Dans un autre cas,

le piéton, heurté par le rétroviseur extérieur droit, subit des fractures (fracture de quatre côtes et entorse du rachis cervical). On peut noter que dans ces deux cas, la conception et le dimensionnement excessif de la chaussée contribuent à un niveau de vitesse élevé (voir le premier facteur accidentogène listé plus haut). Les blessures du piéton peuvent être considérées comme relativement bénignes dans trois cas (simples contusions dans un cas, contusions avec plaies superficielles et traumatisme crânien sans perte de connaissance dans un cas, traumatisme de la cheville et du talon avec impotence fonctionnelle mais sans lésion osseuse dans un cas). Les informations sont insuffisantes concernant un autre cas (piéton blessé à la jambe et au pied).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 6 cas ont eu lieu en agglomération, 2 d'entre eux survenant dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton : 13 ans, 29 ans, 35 ans, 40 ans, 45 ans, 80 ans.
- Il fait nuit dans 2 cas (avec éclairage public).

Discussion

On peut estimer (voir chapitre 2) que ce scénario type représente environ 1,8 % des accidents corporels de piéton recensés en France. Ces accidents sont tous marqués par une certaine « territorialisation » de la chaussée par le piéton, au sens où le piéton semble considérer sa présence statique sur la chaussée comme naturelle et ne nécessitant pas de prise d'information sur la circulation automobile, soit qu'il s'agisse d'une voie de centre-ville, souvent commerçante, étroite et où les vitesses des véhicules sont réduites⁵⁵, soit qu'il s'agisse d'une voie de desserte en périphérie, où le trafic est rare⁵⁶. Dans ce dernier cas malheureusement le trafic peut néanmoins être rapide si l'infrastructure est large ou rectiligne : un cas mortel et un cas grave surviennent sur ces voiries de desserte en périphérie. L'attention du piéton est en outre souvent captée par une discussion avec un conducteur arrêté, ou entre piétons, ou parfois par une activité de chalandage.

Comme pour le scénario type précédent, il ne semble pas que l'inexpérience du conducteur joue un rôle dans ces accidents (les six conducteurs concernés ont tous plus de 30 ans et plus de 10 ans de permis de conduire), non plus que celle du piéton.

Concernant les possibilités de prévention, quelques perspectives sont évoquées ci-après.

- Le re-dimensionnement ou la re-conception de voies de desserte excessivement larges et/ou rectilignes en périphérie d'agglomération (les cas

⁵⁵ Ou bien il s'agit d'une place largement occupée par les étals d'un marché (1 cas).

⁵⁶ Ce phénomène de territorialisation n'est cependant pas spécifique à ce scénario type et peut aussi être observé dans le cas de piétons longeant ou traversant des chaussées, notamment dans les centres ville commerçants, ou à proximité ou sur le lieu d'un marché (voir par exemple : Yerpez et Girard, 1996).

considérés ici concernent des zones industrielles, un quartier universitaire ; mais ce type de voie se rencontre également dans certains quartiers d'habitat) dans le sens de la modération des vitesses ; nous renvoyons ici, concernant les effets sur la sécurité de ce type de mesure, aux références citées dans la discussion relative aux scénarios types¹, et en particulier à : Janssen (1991), Vis *et al.* (1992), Mackie *et al.* (1993), Webster (1993).

- Concernant la territorialisation des voiries par les piétons dans les centres (ou dans des circonstances particulières comme celles de marchés), il serait utile de réfléchir à la complexité des effets de certains aménagements (de type « rue mixte ») susceptibles de renforcer la territorialisation de la voie par les piétons sans nécessairement remettre en cause de façon radicale les représentations des conducteurs et leurs attentes relatives aux comportements des piétons⁵⁷.

Scénario type 14

(décrit sur la base de 4 cas) :

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération, et approche d'un autre véhicule stationné sur la chaussée sur sa droite. Une (ou plusieurs) personne est présente dans le véhicule stationné (2 cas) ou vient d'en sortir (2 cas).

Situation d'accident

Le véhicule se rapproche sans réduire sa vitesse alors qu'une personne sort assez vivement du véhicule stationné (2 cas), ou, se tenant à proximité du véhicule dont elle vient de sortir, engage une traversée de chaussée (1 cas) (Dans le cas restant le piéton est statique près de son véhicule, s'apprêtant à ouvrir une portière pour faire descendre ses enfants).

Situation d'urgence

En général, aucune manœuvre d'urgence n'est réalisée avant la collision (3 cas, dont un où un freinage est mis en œuvre au moment même du choc ; dans le cas restant, il y a une manœuvre d'urgence de freinage avant le choc).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton et le projette au sol (2 cas) ou le coince contre le véhicule stationné (2 cas).

⁵⁷ Certains auteurs (Preston, 1994, se référant à plusieurs publications de C. I. Howarth) ont suggéré, dans un domaine un peu différent puisqu'il s'agit de la sécurité des piétons et surtout des jeunes piétons dans les zones résidentielles, que dans certains secteurs la prééminence du piéton soit inscrite dans le droit, et qu'un conducteur blessant un piéton dans une telle zone soit présumé négligent, selon le principe *res ipsa loquitur*.

Ce scénario type n'étant construit que sur la base de 4 cas, il est probable que sa description est peu robuste, au sens où la prise en compte d'autres cas similaires conduirait sans doute à la faire évoluer sensiblement.

Facteurs accidentogènes

- Caractère excessivement rectiligne et sans rupture de l'aménagement d'une voie à proximité d'un groupe scolaire, contribuant à une absence d'anticipation de la manœuvre du piéton par le conducteur (1 cas),
- conditions de travail des chauffeurs de bus, incluant des contraintes de respect d'horaire ayant peut-être contribué à la pratique d'une vitesse un peu élevée eu égard au contexte et à l'inertie du véhicule (30 km/h sur voie très commerçante, avec stationnement des deux côtés de la voie unique de circulation) (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Conditions de visibilité défavorables liées à la nuit (avec éclairage public) (1 cas),
- absence de bruit des cycles, contribuant à leur non-détection par les piétons lorsque ceux-ci ne font appel qu'aux informations auditives (1 cas),
- stationnement unilatéral favorisant le stationnement à gauche et contribuant à certains effets de masque pour les piétons descendant côté chaussée (enfant masqué par la portière ouverte) (1 cas),
- chaussée verglacée suite à une chute de neige, ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas).

Autres aspects

- Attention du piéton captée par un objectif (possible dans deux cas : parent allant chercher son enfant à la sortie de l'école, enfant traversant la rue en direction de son domicile) ;
- le piéton ne prend pas d'information sur le trafic dans un cas (enfant), il ne prend pas d'information visuelle dans un autre cas et ne détecte pas un cycliste (déplacement silencieux), il prend une information précoce mais ne détecte pas le véhicule dans un cas ; dans un cas, cela reste indéterminé (piéton décédé) ;
- la détection du piéton par le conducteur est tardive dans deux cas (piétons sortant vivement de véhicules en stationnement), moins tardive dans un autre cas (piéton venant de sortir, freinage échouant du fait du verglas) ; enfin dans un cas, le piéton est bien détecté, mais sa manœuvre de traversée n'est pas anticipée ;
- dans tous les cas les « piétons » impliqués descendent du véhicule côté chaussée, sachant que dans 3 cas il s'agit des conducteurs, descendant naturellement de leur côté (côté gauche du véhicule stationné dans le sens habituel) et dans un cas d'un enfant de 5 ans (voir point suivant) ;

- dans un cas, le véhicule se gare côté gauche (du fait du régime de stationnement unilatéral), la mère, passagère avant, prend son bébé à l'arrière et descend côté droit (côté chaussée) en disant à ses deux autres enfants de descendre (elle s'attend à ce qu'ils descendent côté trottoir) ; l'un d'eux ouvre sa portière et descend côté chaussée en courant.

Domages corporels

L'un des cas d'accident est mortel : le piéton est coincé entre un bus et son véhicule en stationnement, il décède une heure après l'accident des suites de ses blessures (fracture complexe du bassin, plaie profonde périnéale très hémorragique). Les blessures sont bénignes dans deux cas (plaies et hématomes superficiels), et dans un autre cas, des blessures bénignes sont néanmoins accompagnées d'un traumatisme crânien avec une perte de connaissance de 5 minutes, sans suites neurologiques.

Éléments relatifs aux circonstances

- Type de site : Les 4 cas ont eu lieu en agglomération, et deux d'entre eux dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Le motif de déplacement du piéton est assez bien connu pour les cas de ce scénario type : accompagner ou aller chercher un ou des enfants à l'école (2 cas), loisir (1 cas), indéterminé mais retour au domicile (1 cas).
- Age du piéton ou des piétons : 5 ans, 27 ans, 48 ans, 72 ans.
- Il fait nuit dans 1 cas (éclairage public allumé).

Discussion

Ce scénario type est relativement peu représenté puisqu'on peut estimer qu'il correspond à environ 1,2 % des cas d'accidents corporels recensés en France (voir chapitre 2).

L'inexpérience du conducteur ne semble pas particulièrement ressortir des cas de ce scénario type (3 cas de conducteurs expérimentés de plus de 30 ans, un cas de cycliste de 21 ans), non plus que celle du piéton excepté dans un cas concernant un enfant de 5 ans (autres cas : adultes de 27, 48 et 72 ans).

Les cas de ce scénario type peuvent se produire à des vitesses de l'ordre de 30 km/h : un accident se produit à 20 m d'un ralentisseur ; un accident implique un bus roulant à 30 km/h d'après le chronotachygraphe⁵⁸ ; un accident implique

⁵⁸ Cependant, la vitesse de 30 km/h pour un bus, sur une voie à sens unique de 4 m de large bordée de deux files de véhicules stationnés dans une zone animée et commerçante, peut être considérée comme excessive eu égard à la situation (risque de surgissement de piéton entre des véhicules stationnés ou sortant de ces véhicules), compte tenu aussi de la masse et de la relative agressivité de ce type de véhicule. Ce niveau de vitesse n'est pas imputable à un style de conduite particulier du chauffeur, mais est la résultante de la conception du système (infrastructure, contraintes d'horaire, etc.) et reste compatible avec la réglementation des vitesses.

un cycle sans moteur. Le choc étant alors souvent lié à un effet de surprise : piéton sortant vivement de son véhicule, ou engageant brusquement la traversée de la chaussée après en être sorti. Les blessures peuvent être cependant sévères, voire mortelles, quand le piéton est pris en étau entre son véhicule et le véhicule heurtant.

Il paraît délicat d'entreprendre ici une discussion générale sur les possibilités de prévention, ce scénario type étant représenté par assez peu de cas (et ceux-ci semblant moins homogènes que pour d'autres scénarios types peu représentés comme le scénario type 10, par exemple).

Notons cependant que l'aménagement de la voirie ne semble pas avoir suffisamment fait ressortir, pour le conducteur, la nature de l'environnement urbain, dans au moins deux cas (traversée d'agglomération ; absence d'aménagement soulignant la présence d'un groupe scolaire sur une infrastructure relativement rectiligne), contribuant à des attentes inappropriées et à une adaptation insuffisante du comportement de conduite. Ce problème peut être traité par des techniques d'aménagement des voies urbaines déjà évoquées pour d'autres scénarios types (voir notamment : CETUR, 1990 ; CERTU, 1994).

On pourrait d'autre part s'interroger sur la répartition de l'espace entre la chaussée et les bandes pour le stationnement, et sur leur matérialisation⁵⁹, mais il n'existe guère d'études, à notre connaissance, qui permettent d'apprécier les effets des choix techniques dans ce domaine. Un cas fait apparaître plusieurs inconvénients liés au stationnement sur la gauche de la voie⁶⁰ (portière ouverte susceptible de masquer un enfant descendant du véhicule ; ambiguïté pour un jeune piéton désirant descendre côté trottoir, voir point suivant). Par ailleurs, on peut noter que le stationnement en épi, dont certains auteurs (Snyder, 1972, cité par Duval, 1978) relèvent qu'il présente des avantages pour limiter certains accidents de piétons traversant entre des véhicules stationnés⁶¹, limiterait aussi vraisemblablement le risque d'accidents correspondant au présent scénario type.

⁵⁹ Par exemple, une voie à sens unique de 4 m avec deux bandes de stationnement de 2 m (cas d'un accident où un piéton est pris entre son véhicule stationné et un bus) constitue-t-elle une affectation optimale, sur une infrastructure animée et commerçante, ou aurait-il été préférable de tracer des bandes de stationnement de 2,30 m et une voie de 3,30 m ? Ou dans un autre cas : une chaussée à double sens de 7,15 m, avec deux trottoirs de 1 m et un stationnement unilatéral alterné, non matérialisé au sol, constitue-t-elle une bonne solution, dans une traversée d'agglomération, ou une autre répartition de l'espace aurait-elle été préférable ?

⁶⁰ Autorisé lorsque l'autorité investie du pouvoir de police le prévoit, ou sur des voies à sens unique, sauf dispositions contraires prises par l'autorité investie du pouvoir de police (Code de la route, art. R417-1).

⁶¹ Lorsque les places sont disposées en oblique et conçues pour que le véhicule entre en marche avant dans la place de stationnement. Ces auteurs notent que, bien que des études antérieures aient montré que d'autres types d'accidents, souvent matériels, pouvaient être favorisés par le stationnement en épi, il paraît acceptable de préférer limiter les accidents de piétons, plus graves, au moyen de cette disposition.

Enfin, concernant les comportements des occupants de véhicules quittant leur automobile, notons qu'il s'agit dans trois cas de conducteurs quittant naturellement leur véhicule par la gauche et confrontés de ce fait au trafic. Le seul cas de passager quittant le véhicule du côté de la chaussée et non du trottoir concerne un enfant de 5 ans ; il quitte le véhicule par la droite (côté où il peut s'attendre à rencontrer le trottoir), mais le véhicule étant stationné à gauche du fait d'un système de stationnement unilatéral alterné, il se retrouve sur la voie de circulation. Les enseignements à tirer de ces cas en matière d'éducation paraissent peu clairs ; en outre ce type de situation n'a guère été traité dans les programmes d'éducation des jeunes piétons et nous ne pouvons donc pas nous référer à des études d'évaluation.

Scénario type 15

Le scénario type 15, décrit sur la base de 15 cas, rassemble des accidents survenus généralement sur des parcs de stationnement ou des voies de desserte, et où un véhicule en manœuvre de marche arrière percute un piéton.

Situation de conduite

En agglomération, un conducteur s'apprête en général à quitter ou à accéder à un stationnement (10 cas, ou un accès riverain, 2 cas), généralement dans un parc de stationnement, sur une place ou dans une rue de desserte ou une contre-allée (13 cas). Un piéton, le plus souvent âgé (plus de 70 ans dans 9 cas), évolue dans une zone située derrière le véhicule (se déplaçant, 11 cas, présent, 4 cas).

Situation d'accident

Le conducteur effectue une marche arrière alors que le piéton, qu'il n'a pas perçu, se déplace ou est présent à l'arrière de son véhicule.

Situation d'urgence

Le conducteur ne réalise aucune manœuvre d'urgence (15 cas), car il ne détecte généralement pas le piéton avant le choc (14 cas, 1 cas incertain). Dans un cas, le piéton, voyant reculer le véhicule, pousse un cri.

Situation de choc

Le véhicule percute le piéton (dans un cas, il lui roule sur le pied).

Facteurs accidentogènes

- Limitation de la visibilité sur l'arrière sur certains types de véhicules (poids lourd, petits véhicules utilitaires) (3 cas) ; plus généralement, la présence d'angles morts, le caractère malcommode du contrôle sur l'arrière, la présence éventuelle de passagers adultes à l'arrière ont pu jouer dans de nombreux autres cas impliquant des véhicules de tourisme ;
- inexpérience du conducteur limitant ses capacités de prévision (1 cas, 6 mois de permis) ;
- jeune âge et inexpérience du piéton favorisant des insuffisances dans la prise d'information et l'évaluation des situations (1 cas, piéton de 3 ans et 10 mois),
- aménagement d'un passage piéton juste en face d'une sortie de cours d'immeuble, ayant pu favoriser une absence de prise d'information du piéton sur le véhicule sortant (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Grand âge du piéton ayant contribué à une insuffisance au niveau du prélèvement d'information (3 cas) ou des capacités de réaction en situation d'urgence (1 cas),
- contexte du trajet engendrant une contrainte de temps pour une conductrice (emmenant ses enfants à l'école) ayant favorisé une relative précipitation dans la manœuvre (1 cas),
- port d'une capuche plastique par une piétonne ayant pu contribuer à la non-détection du bruit d'un véhicule approchant par l'arrière (1 cas),
- petite taille d'un enfant favorisant sa non-détection lors de manœuvres de marche arrière (1 cas, enfant piéton de 3 ans 10 mois),
- conditions dégradées de visibilité liées à la nuit ou au crépuscule (2 cas).

Autres aspects

- Le véhicule n'est semblé-t-il pas perçu ou pas perçu comme en mouvement par le piéton dans la plupart des cas (10 cas ; 4 cas indéterminés ; dans 1 cas le piéton détecte le mouvement du véhicule) ;
- le piéton tourne le dos au véhicule dans 6 cas, il est en mouvement perpendiculaire à celui du véhicule ou regarde dans une direction perpendiculaire dans 4 cas, il avance en direction du véhicule dans 2 cas, il est statique et voit le véhicule dans un cas ; indéterminé dans 2 cas ;
- dans 2 cas, le conducteur est stationné en double file sur une voie principale urbaine, et recule pour sortir de son stationnement car il y a d'autres véhicules devant lui ;

- dans un cas, le conducteur recule dans une contre-allée, car il est bloqué par des véhicules stationnés en aval ;
- dans un cas, une commerçante d'un marché effectue une marche arrière pour aller récupérer sa remorque ;
- dans un cas, un poids lourd recule dans une rue piétonne afin d'aller faire une livraison, en dehors des horaires autorisés ;
- l'attention du conducteur est perturbée dans un cas au moins (enfants se disputant aux places arrières) ; dans un autre cas, l'attention du conducteur est peut-être perturbée par l'important bruit visuel lié au contexte (marché) ;
- le conducteur, manœuvrant pour rentrer en marche arrière dans un accès, est soumis à la pression d'un autre conducteur qui attend et klaxonne (1 cas) ;
- certains contextes favorisent une « territorialisation » de l'espace par les piétons, conduisant à l'absence de contrôle sur la circulation automobile (2 cas au moins : marché, rue piétonne) ;
- vitesse de manœuvre : bien qu'il y ait peu d'information à ce sujet, et qu'elle repose exclusivement sur des procès-verbaux d'audition d'impliqués ou témoins, il semble que la vitesse de marche arrière puisse être considérée comme élevée dans quelques cas au moins (1 cas certain, 2 cas probables).

Dommmages corporels

Les informations disponibles sont souvent insuffisantes (6 cas) concernant les cas de ce scénario type. Sur les 9 autres cas, les blessures sont relativement bénignes dans 3 cas (hématomes et contusions superficiels), mais plus sérieuses, incluant des fractures et entorses graves, dans 6 cas. Cette gravité relative des dommages corporels peut sembler élevée pour des accidents survenant à des vitesses de manœuvre modérées. On notera cependant l'absence de toute manœuvre d'urgence qui aurait pu réduire la vitesse avant le choc. Enfin, l'âge des victimes (plus de 70 ans dans 5 cas sur 6 de fracture ou entorse grave) entre en ligne de compte.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 15 cas ont eu lieu en agglomération, dont 9 dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton ou des piétons : 3 ans 10 mois, 36 ans, 46 ans, 47 ans, 52 ans, 64 ans (handicapé en fauteuil roulant), 70 ans, 71 ans, 72 ans, 73 ans, 74 ans, 77 ans, 80 et 86 ans, 86 ans, 87 ans.
- Il fait nuit dans un cas. Dans un autre cas, l'accident a lieu au crépuscule.

Discussion

Ce scénario type, dont on peut estimer qu'il représente 4,6 %⁶² des accidents corporels de piétons recensés en France (voir chapitre 2), est très particulier en ce sens qu'il implique exclusivement des véhicules en marche arrière. Des scénarios types comparables avaient été mis en évidence dans des publications antérieures (Yerpez, 1996 ; Yerpez et Girard, 1996 ; Brenac et Megherbi, 1996 ; Brenac *et al.*, 1996). D'autre part, le recoupement entre ce scénario type et le type d'accident identifié par Snyder et Knoblauch (1971) sous l'intitulé « *Backing up* » est vraisemblablement important. Enfin, on peut signaler un apparentement avec la problématique décrite par Robinson et Nolan (1997), concernant de jeunes piétons tués lors de manœuvres à faible vitesse en dehors de l'espace public, mais il s'agit de notre point de vue d'un scénario type distinct, que nous évoquons au chapitre 7.

Les accidents correspondant à des manœuvres de marche arrière, si l'on inclut les accidents matériels, paraissent très fréquents : si l'on se réfère par exemple aux travaux de Koivisto (2002) concernant la Finlande, et reposant sur les données des assureurs, environ 70 % des accidents survenus sur des parcs de stationnement sont liés à des manœuvres de marche arrière, et les accidents sur les parcs de stationnement représentent eux-mêmes environ un tiers de l'ensemble des accidents recensés par les assureurs finlandais (voir aussi : Laapotti et Keskinen, sous presse). Mais si l'on se restreint au cas des accidents corporels impliquant des piétons, la part des cas liés à des manœuvres de marche arrière paraît plus faible même si elle est probablement légèrement sous-évaluée, mais elle n'est pas pour autant négligeable : outre les résultats de la présente recherche, qui viennent d'être exposés, on peut mentionner ceux de Snyder et Knoblauch (1971), qui montrent que les accidents de type « *Backing up* » représentent 2,3 % des accidents de piétons dans un ensemble de villes américaines, ou les résultats plus récents de Zegeer *et al.* (1993), portant sur la Caroline du Nord et qui montrent que le pourcentage d'accidents de piéton liés à une marche arrière varie de 3,9 % (pour les moins de 45 ans) à 9,5 % pour les piétons âgés de plus de 65 ans.

L'implication particulière des piétons âgés constitue d'ailleurs un trait important de ce scénario type : 10 des 16 victimes ont plus de 70 ans, et 4 d'entre elles ont plus de 80 ans. Cela peut être interprété comme résultant de leur plus grande vulnérabilité en cas de choc et d'éventuelles difficultés dans le traitement de l'information. Dans quelques cas il est aussi possible qu'intervienne leur moindre capacité à se déplacer vivement pour éviter un véhicule manœuvrant à une vitesse modérée.

⁶² Ce chiffre doit être considéré comme une sous-estimation, les accidents liés à des manœuvres de marche arrière faisant partie des catégories d'accident corporel les moins bien recensées (Agran *et al.*, 1990). D'autre part, il semble que ces accidents sont en augmentation, ce qui pourrait s'expliquer par une augmentation de l'exposition au risque en milieu urbain, ou de la fréquentation des parcs de stationnement des grandes surfaces commerciales, ces manœuvres étant plus fréquentes dans de tels contextes (Laapotti et Keskinen, sous presse).

A notre connaissance, il n'existe pas de recherche ayant porté sur l'amélioration de la conception des parcs de stationnement visant la diminution des manœuvres de marche arrière, ce qui paraît pourtant envisageable, au prix d'une augmentation de la surface requise.

Des opportunités pour la prévention devraient pouvoir être trouvées d'autre part dans la conception des véhicules (amélioration des conditions de visibilité sur l'arrière, rétrovision).

L'association d'un signal sonore à la manœuvre de marche arrière est d'autre part une solution connue, en particulier dans le domaine du génie civil. Nous rappelons cependant à ce sujet la position de la *Royal society for the prevention of accidents* (RoSPA), que nous traduisons ci-dessous :

« Les moyens les plus efficaces pour réduire le risque d'accident lors de manœuvres de marche arrière sur des sites de travail sont :

- de charger une personne de diriger la manœuvre (utilisation d'un agent au sol),
- une conception appropriée du site pour éviter le besoin de marche arrière,
- le contrôle du passage de piétons dans l'aire de marche arrière.

Sur les voies publiques, ces mesures ne sont pas toujours possibles et l'utilisation d'une alarme auditive peut être utile. Cependant, la RoSPA est préoccupée de ce que les conducteurs peuvent s'appuyer sur l'usage d'une alarme auditive pour alerter les piétons ou d'autres véhicules et supposer que ceux-ci prendront toute disposition nécessaire pour éviter le véhicule en marche arrière (traduit de : RoSPA, 2001) ».

Chapitre 6

Présentation détaillée des scénarios types 16 à 20

Les scénarios types 16 à 20 sont présentés dans les pages suivantes, selon une structure identique à celle utilisée dans les chapitres précédents, et avec les mêmes conventions. Cette organisation et ces conventions sont explicitées dans la partie « Préliminaire » du chapitre 3, d'autres aspects méthodologiques étant également traités au chapitre 1.

Les scénarios types 16, 17 et 18 rassemblent des cas où, *a priori*, le piéton et le véhicule ne devraient pas interagir : le piéton est souvent situé dans les abords de la voie (trottoirs, accotements). Il est alors heurté par un véhicule qui quitte sa trajectoire prévue, ou en déborde : véhicule en perte de contrôle (scénario type 16), véhicule dont un élément ou dont le chargement, mal arrimé ou mal verrouillé, dépasse ou se déploie sur le flanc droit (scénario type 17), véhicule effectuant une manœuvre d'évitement suite à une interaction avec un autre usager (scénario type 18).

Les scénarios types 19 et 20 correspondent à des situations particulières : circulation d'un deux-roues sur un trottoir ou une voie fermée à la circulation (scénario type 19), querelle ou rapport conflictuel entre piéton et conducteur (scénario type 20).

Scénario type 16

Le scénario type 16, comme nous venons de le mentionner, concerne des cas d'accidents où un véhicule en perte de contrôle vient heurter un piéton (ou plus rarement, projette un véhicule en stationnement sur un piéton), qui se situe sur le trottoir ou l'accotement.

Même si nous évoquons quelques éléments sommaires concernant la genèse des pertes de contrôle de ces véhicules, qui relèvent de situations diverses, nous ne pourrions pas ici en traiter de façon approfondie : les pertes de contrôles de véhicules, en particulier en milieu urbain, justifieraient en elles-mêmes un travail de recherche complet.

Ce scénario type est présenté page suivante.

Scénario type 16 (décrit sur la base de 15 cas) :

Situation de conduite

Un conducteur, plutôt jeune (moins de 25 ans dans 8 cas, 26 à 30 ans dans 5 cas), **circule le plus souvent en agglomération** (11 cas) **ou parfois hors agglomération** (4 cas), **à une vitesse souvent élevée ou inadaptée aux conditions** (10 cas). **Un piéton se tient ou évolue sur le trottoir ou sur l'accotement** (sur un chemin piéton hors chaussée dans 1 cas).

Situation d'accident

En général, le conducteur

- **engage un mouvement tournant en intersection à une vitesse trop élevée** (5 cas),
- **aborde une courbe à une vitesse trop élevée** (2 cas),
- **maintient une vitesse trop élevée compte tenu des conditions de tracé et de faible adhérence** (3 cas, dont 1 dans une courbe, 1 en sortie d'un enchaînement de courbes, 1 en dos d'âne ; gravillons, neige, chaussée mouillée),
- **ne contrôle pas suffisamment sa trajectoire pour différentes raisons** (réalisation d'une tâche annexe, forte alcoolémie, etc.) (5 cas).

Il perd le contrôle de son véhicule.

Situation d'urgence

Ou bien le conducteur réagit par des contre-braquages en début de perte de contrôle mais ne peut plus rien faire lorsqu'il arrive sur le piéton (5 cas), **ou bien il n'effectue aucune manœuvre d'urgence** (6 cas). (Autres cas : coup de volant en arrivant sur le piéton, 1 cas, freinage en arrivant sur le piéton 1 cas, 2 cas restent indéterminés).

Situation de choc

Le véhicule heurte généralement le piéton (dans un cas, l'un des piétons heurtés est ensuite coincé entre le véhicule et un obstacle fixe : clôture béton) **ou, plus rarement, la perte de contrôle se termine sur un véhicule stationné qui est projeté sur le piéton** (2 cas).

Facteurs accidentogènes

- Conditions d'infrastructure en amont ou sur les lieux de l'accident favorisant la pratique de vitesses élevées (11 cas) : approche hors agglomération favorisant la vitesse en entrée ou traversée de petite agglomération (3 cas), voirie très rectiligne en amont, et/ou particulièrement roulante (route neuve,

- voie à deux chaussées, voie à sens unique) (4 cas), branches adjacentes larges et démunies d'îlots en intersection urbaine, incitant à la pratique de vitesses élevées lors de mouvements tournants (3 cas dont 1 où le mouvement tournant est de plus traité comme un courant principal et prioritaire, favorisant le maintien d'une vitesse élevée) ;
- inexpérience ou expérience limitée de la conduite automobile limitant les capacités d'appréciation de la difficulté et la maîtrise du véhicule (6 cas ; absence de permis de conduire dans un cas, motard en apprentissage en moto-école dans un cas, 15 jours de permis dans un cas, 9 mois de permis dans un cas, deux ans et demi de permis dans 2 cas) ;
 - alcoolémie moyenne à forte chez le conducteur (5 cas certains, 1 cas possible ; 0,6 g/l ; 1 g/l ; 2,3 g/l ; alcoolisation forte d'après les déclarations mais sans mesure disponible dans 2 cas, plus un cas plus incertain) ;
 - insuffisance générale de la signalisation habituelle des chantiers, particulièrement dans le cas de faible adhérence liée au gravillonnage (1 cas), contribuant à une compréhension très tardive de la situation par des conducteurs habitués des lieux.

Autres éléments explicatifs

- Jeune âge d'un conducteur masculin ayant favorisé un style de conduite rapide et offensif (4 cas ; 19 ans, 21 ans, 21 ans, 24 ans) ;
- contexte du trajet engendrant une contrainte de temps pour le conducteur (allant chercher son enfant à la crèche) ayant favorisé une conduite rapide (1 cas) ;
- chaussée peu adhérente ayant favorisé la perte de contrôle (4 cas ; gravillons, neige, chaussée mouillée).

Autres aspects

- Attention du conducteur captée par la réalisation d'une tâche annexe (2 cas, réglage de l'autoradio, récupération d'une bouteille isotherme s'écoulant sur le plancher de l'habitacle) ;
- perte soudaine de visibilité liée au nettoyage du pare-brise et à un regel immédiat (1 cas) ;
- piéton travaillant sur un chantier de marquage au moment de l'accident (1 cas) ;
- piéton téléphonant dans une cabine téléphonique, heurtée par le véhicule en perte de contrôle (1 cas) ;
- les victimes sont un groupe de piétons, impliqués ou portant secours dans un accident précédent, dans un cas, et un groupe de piétons dégageant un véhicule et évaluant les dégâts d'un accident précédent dans un autre cas ; dans aucun de ces deux cas, le premier accident n'a de lien causal avec la perte de contrôle du second accident, par contre dans les deux cas, ce sont

les mêmes conditions d'infrastructure qui contribuent à la production du premier accident et de celui qui survient ensuite ; tous ces accidents sont des pertes de contrôle.

Dommmages corporels

La violence des chocs et la gravité des blessures sont généralement importants pour les cas de ce scénario type, qui se produisent souvent à vitesse élevée, et dont environ un tiers ont lieu hors agglomération. L'un des cas est mortel (deux piétons tués, sept blessés). Les blessures sont bénignes dans 2 cas (hématomes superficiels, coupures), un peu plus importantes dans 4 autres cas (incluant, en sus de plaies superficielles, des entorses ou traumatismes articulaires sans lésion osseuse et trois cas de traumatisme crânien avec perte de connaissance). Dans 6 cas, les blessures sont sérieuses, comportant des fractures des membres ou du bassin, et dans 2 autres cas, les blessures sont particulièrement graves (l'un de ces cas implique deux piétons : éclatement de la rate, coma prolongé avec assistance respiratoire ; fort traumatisme crânien avec exorbitation d'un œil ; l'autre cas implique un seul piéton : fracture du crâne avec hématome sous-dural et coma prolongé).

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : 4 cas ont lieu hors agglomération, et 11 cas en agglomération, dont 4 dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton ou des piétons : 11 ans et 12 ans, 13 ans et 21 ans, 17 ans et 17 ans, 19 ans et 19 ans, 24 ans, 26 ans, 33 ans, 47 ans, 51 ans, 63 ans, 69 ans, 71 ans, âge indéterminé ; dans un autre cas, cinq piétons sont blessés : 17, 20, 28, 36 et 39 ans, et enfin dans un dernier cas, 2 piétons de 52 et 76 ans sont tués et sept autres blessés (2 adultes et 5 lycéens, âge non précisé).
- Le piéton est seul dans 5 cas, il s'agit d'une paire de piétons dans 7 cas (dont 4 cas où les deux piétons sont blessés). Dans un cas, le piéton travaille avec des collègues dans les abords de chaussée, et dans deux autres cas, les piétons sont en groupe portant secours ou évaluant les dégâts sur la scène d'un accident précédent (dans les deux cas : nombreuses victimes).
- Il fait nuit dans 4 cas (avec éclairage public), et 1 cas survient au crépuscule.

Discussion

Ce scénario type correspond à un enjeu non négligeable puisque l'on peut estimer qu'il représente environ 4,6 % des accidents corporels de piéton recensés en France (voir chapitre 2). Des scénarios types comparables

avaient été mentionnés dans des recherches antérieures portant sur des terrains d'études particuliers (Yerpez et Girard, 1996 ; Tira *et al.*, 1999 ; Tira et Brenac, 1999).

Comme nous l'avons dit plus haut, il ne peut être question de traiter ici de la genèse des pertes de contrôle et de leur prévention, ce qui pourrait faire l'objet d'un rapport en soi.

Nous noterons simplement que les principaux facteurs accidentogènes intervenant dans la production des pertes de contrôle étudiées ici sont relatifs (i) à la conception des voies (voir le premier facteur accidentogène mentionné), parfois aux travaux qui y sont réalisés (présence de gravillons, par exemple), (ii) à l'inexpérience ou à la faible expérience des conducteurs (iii) à la présence d'alcool chez le conducteur.

Les jeunes conducteurs et les conducteurs inexpérimentés sont d'ailleurs surreprésentés dans ce scénario type, par rapport à leur représentation dans l'ensemble des autres accidents de piéton⁶³. Ces résultats sont en cohérence avec des travaux antérieurs, qui ont mis en évidence un sur-risque encore accru des jeunes conducteurs concernant les pertes de contrôle en courbe (par rapport aux autres types d'accidents ; voir par exemple : Brenac, 1989).

Les éléments qui viennent d'être présentés conduisent à évoquer des possibilités de prévention principalement dans les domaines suivants :

- La modération des vitesses, par différents moyens y compris la conception des voies, en particulier en approche des intersections et en entrée ou traversée de petites agglomérations. Les conditions d'approches rapides amènent en effet certains conducteurs à pénétrer dans des zones courbes sous de fortes sollicitations dynamiques, ou à engager des manœuvres tournantes dans des conditions dynamiques non viables (sur la question des effets généraux des mesures de modération des vitesses, voir les références mentionnées dans la discussion faisant suite au scénario type 1).
- La conception des intersections urbaines. Lorsque la branche de destination de conducteurs tournant dans une intersection présente un large débouché, et/ou est démunie de tout îlot ou refuge créant une contrainte sur les trajectoires, ceux-ci sont incités à engager ces manœuvres à une vitesse élevée. D'autre part, lorsqu'un mouvement tournant est traité comme un mouvement prioritaire, la continuité de l'aménagement pour ce courant de trafic ne favorise pas la perception précoce de la contrainte de trajectoire qui lui est malgré tout imposée. Sans

⁶³ Les conducteurs de moins de 25 ans sont majoritaires et significativement surreprésentés dans ce scénario type (8 cas sur 15) par rapport à leur représentation dans les autres accidents de piétons (test du χ^2 : $p = 0,0048 < 0,005$). De même, les conducteurs ayant moins de cinq ans de permis de conduire (6 cas sur 11 cas renseignés) sont significativement surreprésentés dans ce scénario type (test exact de Fisher : $p = 0,018 < 0,02$).

être explicitement déconseillé par la documentation technique (CERTU, 1999 ; SETRA, CETUR, 1992), ce dernier type de configuration ne semble cependant guère conforme aux principes qui y sont énoncés.

- L'apprentissage de la conduite. S'agissant des capacités d'évaluation des contraintes dynamiques et des trajectoires, comme du contrôle de trajectoire, on peut penser que l'accumulation de l'expérience de conduite sur route est susceptible d'être plus efficace que la pédagogie de la conduite et que les exercices en simulation légère (sans rendu des effets dynamiques). La réflexion peut porter alors sur différentes dispositions relevant de l'accès graduel à la conduite, permettant de limiter la co-occurrence de multiples facteurs de risque dans cette phase d'accumulation d'expérience (voir entre autres : Williams, 2003b). Concernant la question de l'accès graduel à la conduite, le lecteur pourra se reporter au volume 34, numéro 1, du *Journal of safety research*, et en particulier aux contributions de Williams (2003a, 2003b), Simpson (2003), McKnight et Peck (2003) et Hedlund *et al.* (2003).
- La lutte contre l'alcool au volant (se reporter aux développements présentés à ce sujet dans la discussion concernant le scénario type 11).

Concernant le style de conduite rapide et offensif de certains jeunes conducteurs masculins, lié de notre point de vue à leurs représentations de l'automobile et de son usage (comme instruments de valorisation sociale ; Brenac, 1989), nous avons déjà souligné plus haut que la modification de ces représentations ne paraissait pas à la portée immédiate de l'action publique (*cf.* Chapitre 3 : Préliminaire, Les facteurs accidentogènes, 4^e alinéa). Par contre la modification de certaines pratiques associées à ce style de conduite, comme la pratique de vitesses élevées, est accessible (par l'aménagement, voir plus haut, ou par un renforcement durable du système de contrôle et de sanction : voir OCDE, 1999, en particulier pp. 92-93 et 99-100, et également Bjornskau et Elvik, 1992 ; Vaa, 1997 ; Chen *et al.*, 2000).

Le fait que le piéton soit heurté alors qu'il se trouve hors chaussée pourrait faire songer à la mise en place de dispositifs séparant la chaussée de ses abords et de nature à bloquer un véhicule en perdition et à isoler les piétons (voir Miller, 2000, concernant le cas un peu différent des chocs véhicule-piéton dans les parcs de stationnement), mais cela pourrait conduire à conforter les automobilistes sur leur « territoire », et à les amener à une vitesse plus élevée sur les inévitables zones de conflit avec les piétons (traversées, carrefours, *etc.*), avec des effets vraisemblablement négatifs sur la sécurité générale des piétons.

Scénario type 17

Ce scénario type n'étant élaboré qu'à partir de 2 cas, sa description pourrait vraisemblablement évoluer notablement après prise en considération d'autres cas comparables⁶⁴.

Situation de conduite

Un camion circule. Un piéton marche sur le trottoir ou le bas-côté à sa droite.

Situation d'accident

Le camion s'approche du piéton en maintenant sa vitesse, alors qu'un élément du véhicule ou de son chargement, mal arrimé ou mal verrouillé, dépasse ou se déploie sur son flanc droit.

Situation d'urgence

Le conducteur, qui ne se rend compte de rien, ne réalise aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

L'élément du véhicule ou de son chargement heurte le piéton.

Facteurs accidentogènes

- Mauvais état du véhicule, ayant favorisé une rupture mécanique et le déploiement d'un élément du véhicule (bras stabilisateur d'un camion-pompe à béton, se déployant 2 kilomètres avant le lieu de l'accident) (1 cas) ;
- chargement mal arrimé ou arrimé de façon incorrecte, dépassant sur le flanc droit du véhicule (1 cas, chargement de planches) ;
- facteur possible : infrastructure roulante (route nationale large et roulante pénétrant une agglomération et traversant sa périphérie) ayant contribué à une vitesse relativement élevée pour un poids lourd en milieu urbain (plus de 50 km/h) (si la vitesse avait été moins élevée, une camarade de la victime, témoin des faits, aurait peut-être eu le temps de la prévenir du danger).

⁶⁴ Qu'il faudrait trouver dans d'autres échantillons que ceux dont nous disposons pour cette recherche.

Autres aspects

- Dans l'un des deux cas, la victime est une jeune piétonne de 12 ans marchant sur le trottoir dans le même sens que le poids lourd ;
- dans l'autre cas, la victime est un auto-stoppeur marchant sur l'accotement dans le même sens que le camion, le bras gauche tendu.

Dommages corporels

Ils sont importants. L'un des cas est mortel (arrachement de la partie supérieure de la boîte crânienne et éclatement du cerveau, suite au choc avec le bras stabilisateur déployé). Dans l'autre cas, la blessure est une double fracture de l'avant bras.

Éléments relatifs aux circonstances

- Type de site : l'un des cas a eu lieu hors agglomération, l'autre en agglomération.
- Age du piéton ou des piétons : 12 ans, 22 ans.
- Les deux cas sont survenus de jour.

Discussion

Ce scénario type est peu représenté, puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 0,6 % (intervalle de confiance à 90 % : 0,1 à 1,9 %) des cas d'accidents corporels recensés en France (voir chapitre 2).

Une recherche antérieure (Brenac et Megherbi, 1996) fait état d'un scénario type comparable, représenté par trois cas, sur le territoire de la ville de Salon de Provence. Dans ces trois cas, c'est l'ouverture d'une porte arrière de poids lourd, mal verrouillée, qui est à l'origine du choc sur le piéton. Dans deux de ces trois cas, le piéton est en bordure de chaussée : piéton s'apprêtant à remonter dans son véhicule, piéton contournant par la chaussée des voitures exposées par un concessionnaire automobile et occupant le trottoir ; dans le cas restant, le piéton est sur le trottoir.

Il n'est guère possible de développer une réflexion suffisamment étendue sur les perspectives de prévention sur la base de ces deux seuls cas. En s'appuyant également sur la recherche qui vient d'être évoquée, on peut noter cependant que ces accidents concernent des camions effectuant des trajets professionnels, et mettent en jeu : (i) des défaillances dans les procédures d'arrimage et de verrouillage, (ii) des défaillances liées au vieillissement du matériel roulant et aux stratégies d'entretien et de réforme de ce matériel. En référence aux travaux réalisés par ailleurs sur la sécurité routière et les conditions de travail des chauffeurs routiers (déjà évoqués plus hauts concernant le scénario type 12), il paraît important de ne pas considérer que ces problèmes concernent les seuls chauffeurs ou personnels d'entretien, mais qu'ils relèvent également de logiques économiques et sociales influant notamment sur les stratégies et sur les conditions de travail au sein des entreprises.

Scénario type 18

Ce scénario type, décrit sur la base de 6 accidents, rend compte de cas où une interaction entre véhicules amène l'un des conducteurs à opérer une manœuvre d'ajustement ou d'évitement (pour éviter un conflit ou une collision avec l'autre véhicule), ce qui conduit à un choc contre le piéton, généralement hors chaussée, ou moins fréquemment en cours de traversée.

Situation de conduite

En agglomération, en intersection ou à l'approche d'une intersection, un conducteur se trouve confronté à un autre véhicule (lui coupant la trajectoire, ou se préparant à tourner à gauche en aval). Un piéton évolue sur les lieux, le plus souvent sur le trottoir ou l'accotement (4 cas) ou parfois traversant la chaussée (2 cas).

Situation d'accident

Le conducteur effectue une manœuvre pour éviter l'autre véhicule, et se dirige alors, souvent en perte de contrôle (3 à 4 cas), vers le piéton.

Situation d'urgence

Le conducteur n'a pas le temps ou n'est plus en mesure d'effectuer une manœuvre d'urgence pour éviter le piéton (5 cas ; cas restant : indéterminé).

Situation de choc

Le véhicule heurte le piéton.

Facteurs accidentogènes

- Infrastructure particulièrement roulante (large et/ou rectiligne sur les lieux et en amont, ou approche sur une grande infrastructure non urbaine) ayant favorisé un niveau de vitesse élevé ou relativement élevé (4 cas),
- expérience limitée de la conduite ayant restreint les capacités de prévision et d'anticipation (2 cas, 3 ans de permis de conduire),
- absence d'aménagement central sur un carrefour rendant plus difficile sa détection et l'anticipation de certaines manœuvres (2 cas),
- complexité et surdimensionnement d'un carrefour créant des difficultés pour le prélèvement et le traitement de l'information par les conducteurs (1 cas).

Autres éléments explicatifs

- Jeune âge du conducteur, ayant favorisé un style de conduite rapide et offensif (2 à 3 cas : 24 ans, 25 ans, et peut-être un autre conducteur de 24 ans),
- contexte du trajet engendrant une contrainte de temps ayant favorisé une conduite rapide (2 cas : coursier, chauffeur routier, en déplacement professionnel),
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'une manœuvre d'évitement (1 cas),
- instabilité des deux-roues sous fortes sollicitations (1 cas).

Autres aspects

- Attention du conducteur captée par l'interaction avec un autre véhicule ayant contribué à la non-détection d'un piéton traversant (1 cas).

Dommages corporels

Les blessures sont bénignes dans un cas. Dans un autre cas, les blessures comportent, outre de multiples contusions et hématomes, une fracture d'une côte. Deux cas de fractures plus importantes sont relevés (fracture de l'humérus chez une personne âgée, fracture double des deux jambes et fracture de l'aile iliaque droite chez un enfant de 6 ans). Dans deux autres cas, les informations disponibles sont insuffisantes (mais suggèrent des blessures bénignes dans un cas et sérieuses dans l'autre cas).

Éléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les 6 cas ont eu lieu en agglomération, et 3 d'entre eux dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton ou des piétons : 6 et 13 ans, 30 ans, 37 ans, 50 ans, 55 ans, 82 ans.
- Tous les cas de ce scénario type se déroulent de jour.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 1,8 % des accidents corporels de piétons recensés par les forces de l'ordre en France (voir chapitre 2). Une recherche antérieure (Brenac *et al.*, 1996) a fait état d'un scénario type voisin, mais non complètement comparable, rassemblant des cas où un conducteur procède à une manœuvre d'ajustement (hors contexte d'urgence) puis perd le contrôle de son véhicule, souvent sur chaussée mouillée, et heurte un obstacle, un autre véhicule ou un piéton.

On peut relever également une relative proximité entre ce scénario type et un scénario type qui n'est apparu qu'après l'exploitation des cas de l'échantillon complémentaire (car il n'est représenté que par un cas unique dans l'échantillon initial), mettant en jeu des collisions entre véhicules entraînant la projection d'un véhicule sur un ou plusieurs piétons (scénario type complémentaire décrit au chapitre suivant, et correspondant sans doute pour partie à la catégorie « *Result of auto-auto crash* » dans les résultats de Snyder et Knoblauch, 1971).

Il ne peut être question ici de traiter des conditions de production d'interactions conflictuelles entre véhicules et de leur prévention, ce qui justifierait (comme les pertes de contrôle évoquées dans le cas du scénario type 16) une recherche en soi. Relevons simplement que l'influence d'une infrastructure relativement rapide en approche, d'une faible expérience de conduite, et de l'aménagement insuffisamment prégnant et/ou insuffisamment lisible de certaines intersections, paraît notable dans ce scénario type.

Des perspectives en matière de prévention semblent donc pouvoir être envisagées dans les domaines suivants :

- La modération des vitesses, par l'aménagement ou par d'autres moyens (voir les références citées dans la discussion concernant le scénario type 1).
- La formation des conducteurs : une amélioration de la prévision et de l'anticipation de certaines situations d'interaction entre véhicules en intersection, comme on en rencontre dans ce scénario type, pourrait vraisemblablement être obtenue par une formation à ces situations, si l'on se réfère aux travaux de Fisher *et al.* (2002) relatifs à la formation sur micro-ordinateur à des situations à risque et à l'évaluation des résultats d'une telle formation sur les comportements de conduite.
- La conception des intersections urbaines (mise en place plus systématique d'îlots ou refuges centraux, simplicité de la conception générale). Sur les aspects techniques, et concernant l'intérêt pour la sécurité des refuges ou îlots centraux⁶⁵ et de la simplicité de l'aménagement, le lecteur peut se reporter aux références : CERTU, 1999 ; SETRA, CETUR, 1992.

⁶⁵ Au-delà de l'intérêt de la présence de refuges pour les piétons en traversée (Zegeer *et al.*, 2001 ; Gårder, 1989).

Scénario type 19

Ce scénario type n'étant élaboré, comme le scénario type 17, qu'à partir de 2 cas, il est vraisemblable que sa description évoluerait notablement après prise en considération d'autres cas comparables⁶⁶.

Situation de conduite

Un deux-roues circule sur un trottoir ou une voie fermée à la circulation des véhicules, où se trouve un piéton.

Situation d'accident

Le conducteur du deux-roues s'approche du piéton, qu'il n'a pas perçu, en maintenant sa vitesse.

Situation d'urgence

Il semble qu'aucune manœuvre d'urgence ne soit réalisée (incertain dans un cas, où le conducteur déclare s'être déporté, mais est contredit par un témoignage).

Situation de choc

Le deux-roues heurte le piéton, qui chute au sol.

Facteurs accidentogènes

—

Autres éléments explicatifs

- Problèmes de visibilité mutuelle piéton/cycliste en cas de circulation sur trottoir des cyclistes, aux angles des intersections (liés à la présence d'immeubles) (1 cas),
- masque constitué par d'autres piétons (1 cas),
- jeune âge d'un conducteur de motocyclette favorisant un style de conduite offensif et négligent vis-à-vis des règles de circulation (1 cas),
- organisation de la circulation au moyen de sens uniques, favorisant les remontées en sens inverse sur les trottoirs de la part de cyclistes (1 cas).

⁶⁶ Qu'il faudrait trouver dans d'autres échantillons que ceux dont nous disposions pour cette recherche.

Autres aspects

- La circulation est temporairement interdite sur une section de voie du fait d'une manifestation sportive (tournoi de football) (1 cas) ; cette interdiction est matérialisée par des barrières, entre lesquelles passe le motocycliste.

Domages corporels

Les informations disponibles sont insuffisantes dans un cas. Dans l'autre cas, le jeune piéton est victime d'un traumatisme crânien avec fracture occipitale, sans lésions intra-crâniennes.

Éléments relatifs aux circonstances

- Type de site : les deux cas ont lieu en agglomération, et l'un d'entre eux dans une agglomération de plus de 100 000 habitants.
- Age du piéton ou des piétons : 4 ans, 62 ans.
- Les deux cas de ce scénario type se déroulent de jour.

Discussion

Ce scénario type est peu représenté, puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 0,6 % des accidents corporels de piéton recensés en France (intervalle de confiance à 90 % : 0,1 à 1,9 %).

Comme nous l'avons déjà mentionné pour le scénario type 17, il n'est guère possible de proposer une réflexion sur les perspectives de prévention sur la base de deux cas seulement.

Un point retient cependant l'attention : la contribution de l'organisation de la circulation en sens uniques au phénomène de remontée de cyclistes à contresens sur les trottoirs. Les travaux de Carré (2001), concernant les stratégies des cyclistes dans leurs déplacements courants, ont montré que ceux-ci empruntaient régulièrement des voies à contresens (trottoirs, pistes cyclables ou voies de circulation), notamment afin d'éviter des allongements de parcours, induits par l'organisation en sens uniques, et qui peuvent être considérables (jusqu'à 20 % du trajet, selon Carré, citant Hérin, IFRESI-DRAST, 1998).

Par ailleurs, la circulation des cyclistes sur les trottoirs ne semble pas devoir être encouragée, non pas que l'enjeu des collisions entre bicyclettes et piétons sur trottoir paraisse particulièrement important⁶⁷, mais parce que la sécurité des cyclistes eux-mêmes n'en est pas améliorée : Williams (1989), étudiant la conversion de trottoirs (ou cheminements piétons) en trottoirs cyclables en milieu urbain peu dense ou en environnement non urbanisé, en Grande-Bretagne, n'a observé aucun gain concernant la sécurité globale des cyclistes ; en Amérique

⁶⁷ Par exemple, dans la ville de Toronto, les collisions cycliste/piéton sur trottoir représenteraient de l'ordre d'un huitième des collisions (contre véhicules, obstacles, piétons, animaux, *etc.*) impliquant des cyclistes circulant sur des trottoirs, et de l'ordre de 1 % des événements de tout type (collisions et chutes) y survenant et impliquant des cyclistes, si l'on analyse précisément les résultats exposés dans la référence : Aultman-Hall et Kaltenecker, 1999.

du nord, une série d'études, et en particulier les robustes études de Aultman-Hall et Hall (1998) et Aultman-Hall et Kaltenecker (1999) concernant les cyclistes en trajet domicile-travail ou domicile-école dans les villes d'Ottawa et de Toronto, ont permis d'établir que les risques de collisions, mais surtout les risques de chutes⁶⁸, de blessures et de blessures graves concernant des cyclistes, par kilomètre parcouru, sont significativement plus importants sur les trottoirs, et à un moindre degré, sur les pistes cyclables, que sur la voirie ordinaire⁶⁹.

Scénario type 20

Les 5 cas de ce scénario type s'inscrivent dans un contexte de conflit ou d'altercation entre piéton et conducteur. La possibilité de distinguer plus radicalement les deux variantes décrites ci-dessous, pour en faire deux scénarios types distincts, pourrait être envisagée, et serait à examiner sur la base d'un nombre de cas plus important.

Situation de conduite

Un véhicule circule en agglomération. Un piéton (alcoolisé dans 3 cas sur 5) est présent dans les abords de la voie.

Variante a – Le conducteur s'arrête (pour attendre quelqu'un, du fait d'un véhicule mal stationné, ou du fait du piéton faisant obstruction à son passage). **Le piéton approche de la portière du conducteur** (3 cas).

Variante b – Le piéton, qui connaît le conducteur et est en conflit avec lui, lui fait des signes et se place sur sa trajectoire, souhaitant qu'il s'arrête (2 cas).

Situation d'accident

Variante a – Le conducteur, molesté par le piéton ou jugeant son attitude menaçante, démarre par crainte d'une agression.

Variante b – Le conducteur maintient sa vitesse en s'approchant du piéton.

Situation d'urgence

Variante a – Aucune manœuvre d'urgence n'est réalisée.

Variante b – Le conducteur réalise une manœuvre d'urgence très tardive (1 cas certain, déport latéral, 1 cas incertain, freinage).

Situation de choc

Le piéton est en général heurté ou bousculé par le véhicule et chute au sol (4 cas ; cas restant : piéton accroché à la portière d'un bus et traîné sur quelques mètres).

⁶⁸ Pour expliquer le surrisque concernant les chutes, Carlin *et al.* (1995) évoquent le manque de planéité et de régularité des surfaces de trottoirs.

⁶⁹ Et cela en contradiction avec l'opinion communément répandue, y compris parmi les cyclistes fréquentant ces aires d'études (Aultman-Hall et Hall, 1998), selon laquelle il serait plus sûr de circuler en dehors de la circulation générale.

Facteurs accidentogènes

- Alcoolisation du piéton (2 cas variante *a* : 2,23 g/l de sang, ivresse déclarée mais sans mesure de l'alcoolémie dans l'autre cas ; et 1 cas variante *b*, 1,22 g/l),
- faible expérience de la conduite de gros motocycles (2 cas variante *b* : 4 mois, absence de permis) ayant pu jouer un rôle en situation d'urgence,
- conditions d'approche (entrée de petite agglomération) favorisant un niveau de vitesse élevée (1 cas).

Autres aspects

Dans les deux cas de la variante *b*, un contexte conflictuel préexiste entre les protagonistes : dans un cas un motocycliste harcèle son ancienne compagne en passant de multiples fois, avec un fort bruit d'échappement, devant son domicile, celle-ci tentant alors de le faire s'arrêter pour discuter. Dans l'autre cas, le piéton, initialement passager d'une motocyclette, est déposé par le pilote, fâché que son passager (alcoolisé) ait fait un geste agressif en direction d'un conducteur ; quelque temps plus tard, le pilote repasse au même endroit, et son ancien passager tente de le faire s'arrêter pour qu'il le ramène chez lui.

Dans deux cas sur trois de la variante *a*, c'est l'obstruction au passage du véhicule qui crée le conflit : Dans un cas, l'obstruction délibérée de la part d'un piéton ivre se traduit par une altercation avec une conductrice contrainte de s'arrêter ; le piéton crie et saisit à l'épaule la conductrice, qui a peur et redémarre. Dans l'autre cas, un conducteur de bus demande au propriétaire d'un véhicule mal stationné de déplacer son véhicule pour que le bus puisse tourner dans un carrefour ; cet individu déclare alors qu'il est également chauffeur de bus, que « ça passe », et s'apprête à monter dans le bus pour réaliser la manœuvre ; le conducteur, craignant d'être agressé redémarre alors précipitamment. Dans le cas restant, il n'y a pas obstruction ; le conducteur semble attendre quelqu'un, lorsque une personne ivre (dans une situation sociale difficile) s'approche de sa vitre ouverte pour lui demander une cigarette ; le conducteur a peur et redémarre en faisant chuter le piéton.

Dommmages corporels

Les blessures sont superficielles dans un cas, un peu plus importantes dans deux autres cas (blessures superficielles et fissuration d'une côte ; blessure assez profonde au bras avec perte de sang) (variante *a*). Les blessures sont sérieuses dans un cas de la variante *b*, où une piétonne est heurtée frontalement par un motocycliste (traumatisme crânien avec perte de connaissance et fracture du plateau orbital gauche avec incarceration musculaire entraînant une diplopie et nécessitant une opération). Concernant le cas restant de la variante *b*, les informations disponibles sont insuffisantes.

Eléments relatifs aux circonstances

- Type de site : un cas s'est produit hors agglomération (au sens du code de la route) mais dans une traversée de hameau, les quatre autres cas sont survenus en agglomération (trois d'entre eux dans des agglomérations de plus de 100 000 habitants).
- Age du piéton ou des piétons : 27 ans, 40 ans, 42 ans, 46 ans, 64 ans.
- Il fait nuit dans 1 cas de ce scénario type (avec éclairage public en fonctionnement).

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 1,5 % des accidents corporels de piétons recensés en France.

Il est possible de relever une lointaine parenté avec les catégories d'accidents de piétons « *Precipitated by illegal antisocial act to pedestrian* » et « *Precipitated by illegal antisocial act by pedestrian* » obtenues dans les travaux de Snyder et Knoblauch (1971), et qui représentaient ensemble 2,7 % des accidents de piéton recensés à cette époque dans les villes américaines étudiées. Même si l'importance donnée aux critères légaux et normatifs dans la définition de ces catégories peut être discutée.

En dehors de la lutte contre l'alcool chez le piéton, déjà évoquée pour les scénarios types 5 et 11, et que l'on peut mentionner ici avec les mêmes réserves (se reporter notamment à la discussion suivant la présentation du scénario type 5), les possibilités de prévention relevant de l'action publique à court terme ne semblent guère nombreuses, en particulier dans le cas de la variante *b*, où un conflit interpersonnel préexiste. La prévention de certains de ces accidents (en particulier un cas de la variante *a*, où il s'agit un groupe de piétons sans domicile, sans emploi, et en état ivresse) pourrait sans doute être replacée dans le contexte plus général de l'action sociale, et de la politique économique et sociale⁷⁰.

⁷⁰ D'autre part, dans certains cas, la réaction de peur du conducteur, sans doute exagérée, traduit probablement l'influence de représentations sociales, relatives par exemple aux groupes sociaux, à l'insécurité et au désordre publics. Mais si elles sont entretenues par les médias ou le discours de certains politiques, ces représentations ne pourraient cependant guère évoluer du fait de la seule modification du discours politique ou de la communication médiatique : leur évolution supposerait une évolution des pratiques sociales, comme nous l'avons mentionné plus haut dans cet ouvrage en nous appuyant sur des travaux de psychologie sociale (cf. Chapitre 3 : Préliminaire, Les facteurs accidentogènes, 4^e alinéa). Ce qui renvoie davantage au fond qu'à la forme des politiques.

Chapitre 7

Quelques scénarios types complémentaires

Les scénarios types présentés dans les chapitres précédents ont été mis en évidence à partir de l'échantillon initial de 189 cas, puis décrits en faisant également appel, pour les moins représentés d'entre eux, aux cas de l'échantillon complémentaire (de 185 cas) qui pouvaient se rattacher à ces scénarios types.

L'analyse de l'échantillon complémentaire a conduit d'autre part à mettre en évidence quelques autres scénarios types. Certains n'étaient représentés que par un cas dans l'échantillon initial et n'ont émergé que lorsqu'un ou plusieurs cas de l'échantillon complémentaire ont pu être apparentés à ce cas initialement isolé. D'autres n'étaient représentés par aucun cas dans l'échantillon initial, mais correspondent à plusieurs cas de l'échantillon complémentaire qui ont pu être apparentés entre eux.

D'autre part, quelques cas isolés de l'échantillon initial ou de l'échantillon complémentaire ont pu être apparentés à des cas de l'échantillon EDA (pour la présentation des échantillons, se reporter au chapitre 1, aux paragraphes « Les données » et « Précisions sur l'utilisation des différents échantillons de cas »).

D'autres cas isolés ont pu être rapprochés de scénarios types ou familles d'accidents décrites par ailleurs dans la littérature scientifique française ou internationale.

Dans ces différentes situations, ils nous a semblé souhaitable d'évoquer brièvement les scénarios types correspondants.

Tous ces scénarios types complémentaires sont *a priori* peu représentés sur le réseau de voirie français, puisqu'ils ne sont présents que marginalement dans l'échantillon initial ou dans l'échantillon complémentaire. Le nombre de cas dont nous disposons pour les décrire est également limité.

Nous ne donnerons donc ici qu'une description sommaire, en quelques lignes, de chacun de ces scénarios types, accompagnée de quelques commentaires ou éléments de discussion.

Scénarios types complémentaires concernant en général des piétons traversant ou s'engageant

Scénario type C1

Un piéton traverse une voie souvent très large ou à sens unique, en intersection ou hors intersection. Le trafic n'est pas très dense, mais le piéton est masqué par un véhicule en circulation et heurté par un véhicule circulant sur une autre file.

Ce scénario type, avec « masque mobile » constitué par un véhicule en circulation, est assez proche du scénario type 3, mais le trafic est peu dense. Il regroupe 3 cas de l'échantillon complémentaire, et un scénario type voisin avait été signalé par Yerpez et Girard (1996). Concernant la prévention, les commentaires proposées pour le scénario type 3 restent valables, mais une plus grande importance devrait être accordée ici à la modération des vitesses, celles-ci étant vraisemblablement plus importantes du fait du trafic peu dense.

D'une façon générale, il ressort clairement de certaines recherches (voir en particulier : Zegeer *et al.*, 2001) que plus le nombre de voies est élevé plus le risque d'accident de piéton en traversée est élevé.

L'aménagement de rues à sens unique, lorsqu'il conduit à donner plus d'une voie directe pour un sens de circulation, semble de nature à favoriser les accidents de ce scénario type. Plus généralement, des recherches relativement récentes portant sur les accidents d'enfants piétons (Wazana *et al.*, 2002 ; Kupferberg-Ben David et Rice, 1994) tendent à montrer que les rues à sens unique ont un niveau de risque supérieur aux rues à double sens.

Scénario type C2

Sur une voie principale urbaine, un piéton traverse entre des véhicules à l'arrêt, la circulation étant bloquée. Le conducteur d'un poids lourd arrêté, qui ne perçoit pas le piéton traversant devant lui, redémarre et le renverse, le piéton passant ensuite sous le camion.

Ce scénario type correspond à un seul cas, mortel, appartenant à l'échantillon initial, mais Robinson (1997 ; cité par Wall, 2000), dans une recherche concernant les accidents mortels impliquant des poids lourds en Grande-Bretagne, trouve un scénario type comparable et note qu'il correspond à 16 % des cas mortels d'accidents entre poids lourds et piétons⁷¹. On peut penser qu'il s'agit davantage d'un scénario type d'accident mortel, ne représentant qu'une faible proportion dans l'ensemble des accidents corporels, mais dont la prise en compte dans la politique de prévention est importante.

⁷¹ Bien qu'ils semblent rares, de tels cas sont d'ailleurs bien connus des services de police en France (source : services de police de Marseille), sans doute parce qu'ils sont souvent mortels.

Un tel scénario soulève entre autres la question de la prise en compte de la visibilité sur l'avant immédiat du poids lourd dans la conception des cabines.

Le cas de notre échantillon correspondant à ce scénario type concerne une femme de 61 ans, traversant une grande rue commerçante à deux voies en compagnie de proches (qui traversent immédiatement devant elle) dans le cadre d'un déplacement relatif à des achats, et qui décède dans cet accident. Le conducteur du poids lourd n'a rien vu et ne s'arrête que lorsqu'il est alerté par les signes que lui font des tiers. L'accident s'est produit à une vitesse très faible puisque le poids lourd, qui redémarre au moment du choc, ne parvient ensuite, même après le choc lorsqu'il poursuit son accélération, qu'à une vitesse comprise entre 5 et 10 km/h d'après le disque. Le conducteur, qui vient de quitter son dépôt, doit se rendre dans une ville proche. Il déclare en particulier : « comme il y avait des embouteillages, j'ai emprunté la ville » (au lieu du réseau d'autoroutes et de voies rapides urbaines traversant la ville).

Scénario type C3

L'examen d'un cas de l'échantillon complémentaire et de 3 cas de l'échantillon EDA, relativement proches de certains cas d'accidents relevant du scénario type 5, conduit à proposer une variante (ou un scénario type voisin), du scénario type 5, décrite ici sous l'intitulé « scénario type C3 » :

Un piéton traverse une voie souvent large, généralement près d'une intersection ou dans une intersection (souvent à feux), et généralement de jour. Il ne détecte pas un véhicule circulant sur cette voie. Soit la prise d'information du piéton est sommaire, soit, lorsqu'elle est plus complète, le véhicule non détecté est une motocyclette (rapide et moins perceptible que les autres véhicules). Le conducteur ne perçoit que très tardivement le piéton et le heurte.

Ce scénario type C3 pourrait également englober 3 des cas qui ont été affectés au scénario type 5 (ce qui conduirait alors à une évolution – marginale – de la description de ce dernier).

Concernant la prévention de ces accidents, on peut évoquer notamment la modération des vitesses, comme pour le scénario type 5 (mais des perspectives évoquées pour ce dernier scénario type concernant l'alcool, la visibilité nocturne, etc., ne sont plus pertinentes ici). Il semble d'autre part que certaines configurations (feux au vert sur de larges artères urbaines, sans aménagement pour piéton ou avec un aménagement peu perceptible, sans refuge, ou lorsque le piéton traverse légèrement en aval) favorisent également l'insuffisance de la recherche d'information chez le conducteur, dont l'attention peut être en grande partie portée sur l'état des feux. Ce qui conduirait à s'interroger sur la possibilité d'aménagements concurrents (carrefours giratoires au lieu de

feux tricolores⁷²) ou de conceptions associant signalisation tricolore, modération des vitesses (« plateaux traversants », par exemple) et renforcement de la lisibilité des traversées pour piétons.

Scénario type C4

Un piéton circule sur le trottoir et s'engage sur la chaussée du fait d'obstacles entravant sa circulation sur le trottoir (poubelles, véhicules en stationnement, etc.) ; il surprend ainsi le conducteur d'un véhicule qui le percute.

Ce scénario type est représenté par un seul cas de l'échantillon initial, mais il est évoqué également dans des publications antérieures (Yerpez et Girard, 1996).

Il présente une parenté avec le scénario type 6, bien que le piéton ici ne traverse pas mais s'engage sur la chaussée pour y circuler ensuite longitudinalement.

Les éléments de discussion présentés pour le scénario type 6 peuvent être en général également pris en compte pour le présent scénario type, mais celui-ci suggère aussi d'autres réflexions, en particulier concernant la lutte contre l'encombrement des trottoirs, le dimensionnement des trottoirs, l'attention à porter à la continuité des cheminements de piétons.

Scénario type C5

Un véhicule est arrêté à un carrefour (Stop, feu rouge, etc.). Lorsque le conducteur redémarre, il ne prête pas attention à un piéton traversant devant lui et le heurte.

Ce scénario type est représenté par un cas de l'échantillon initial et un cas de l'échantillon complémentaire.

Le problème du partage ou de l'affectation des ressources attentionnelles du conducteur (entre le piéton, l'état de la signalisation lumineuse, les autres véhicules) y apparaît, comme dans le scénario type 8.

Concernant les possibilités en matière de prévention, les points concernant l'apprentissage de la conduite et l'éducation des piétons, tels qu'ils ont été développés pour le scénario type 8, peuvent être repris ici *mutatis mutandis*.

On peut noter d'autre part que dans le cas où le conducteur est arrêté à un carrefour sans feux, les ressources qu'il doit affecter au contrôle du trafic sur la voie prioritaire, à l'évaluation de la situation et à la décision concernant son insertion dans la circulation (au détriment de l'attention portée à la présence d'un piéton), sont probablement plus importantes lorsque la vitesse est élevée sur la

⁷² L'avantage, du point de vue du niveau global de sécurité, des carrefours giratoires sur les carrefours à feux ressort de nombreuses publications (Blakstad, 1987 ; Brilon et Stuwe, 1991 ; SETRA, CETUR, 1992, p. 208, et les références qui y sont citées). Cependant cet avantage disparaît pour les carrefours giratoires de grande dimension (plus de 40 m de diamètre extérieur) selon Brilon et Stuwe (1991).

voie prioritaire, ce qui suggère ici encore l'intérêt de la modération des vitesses (sur l'axe prioritaire en l'occurrence).

Scénarios types complémentaires concernant en général des piétons présents sur la chaussée

Il s'agit de scénarios types concernant généralement des piétons présents sur la chaussée (parfois en limite de chaussée), statiques ou se déplaçant (quelques cas de traversée, quelques cas d'enfants jouant). Quelques cas concernent des piétons venant de descendre d'un véhicule ou s'apprêtant à y monter.

Scénario type C6

Un véhicule manœuvre à faible allure sur une voirie de desserte (voirie de lotissement, par exemple). Le conducteur ne perçoit pas un très jeune enfant présent à proximité immédiate de son véhicule et le heurte.

Ce scénario type est représenté par un seul cas, issu de l'échantillon initial, et concernant un enfant de deux ans et demi ; mais Robinson et Nolan (1997), dans une recherche consacrée aux accidents mortels de jeunes piétons (de moins de 10 ans) survenant hors voirie publique, dans l'état australien de Victoria, mettent en évidence un groupe d'accidents apparentés à ce cas. Il s'agit d'accidents survenant généralement à l'entrée de la propriété (allée, garage, etc. ; au domicile de l'enfant le plus souvent), parfois sur un trottoir, sur une voie locale, ou sur une place de stationnement, impliquant un véhicule circulant à faible allure (en marche arrière ou en marche avant). Sur les 28 enfants impliqués, 2 sont des nourrissons, 12 ont entre un an et deux ans et demi, 10 ont entre trois et cinq ans, et 4 ont entre cinq et dix ans. Le plus souvent, le conducteur n'est pas conscient de la présence de l'enfant à proximité de son véhicule, mais dans un tiers des cas, le conducteur sait que l'enfant est à proximité⁷³. Notre cas concerne un jeune piéton présent sur la chaussée (jouant sur une voirie de lotissement) mais est proche par ailleurs des cas décrits par ces auteurs.

Les véhicules de grande dimension (utilitaires, 4 × 4⁷⁴) sont particulièrement impliqués dans ces accidents (même référence ; voir aussi Brison *et al.*, 1988), la visibilité sur les environs immédiats du véhicule, à faible hauteur, y étant plus

⁷³ Et dans quelques cas rares, le véhicule est sans conducteur (mal immobilisé et se déplaçant du fait d'une légère pente).

⁷⁴ Concernant ce type de véhicule (pick-ups, 4 × 4 ou « Sport utility vehicles »), notons par ailleurs qu'indépendamment de leur sur-implication dans certains scénarios types, il est également établi qu'ils présentent une agressivité particulière lors des chocs, dans les accidents contre piéton notamment, du fait de leur masse et de leur géométrie (Mizuno et Kajzer, 1999 ; Lefler et Gabler, sous presse ; Ballesteros *et al.*, sous presse).

réduite. Robinson et Nolan (*ibid.*) suggèrent différentes pistes pour la prévention de ces accidents (séparation des aires de jeux et des aires de manœuvres des véhicules, systèmes de rétrovision, technologies de détection d'obstacle, surveillance des enfants, éducation des parents et proches), mais toutes ces possibilités restent à évaluer.

Scénario type C7

Un bus ou un car scolaire effectue une manœuvre tournante vers la droite (parfois vers la gauche) à faible allure sur une place ou un parc de stationnement. L'attention du chauffeur est souvent captée par les nombreux piétons (souvent présents tout autour du bus) parfois par le contrôle sur le trafic, et il ne détecte pas un piéton présent sur son flanc, le heurte, parfois lui roule dessus (gravité parfois importante). Le piéton ne prête pas attention à la manœuvre du bus.

Un cas de l'échantillon initial et un cas de l'échantillon EDA correspondent à ce scénario type, qui a par ailleurs été mis en évidence dans des recherches antérieures (Brenac et Megherbi, 1996 ; Tira *et al.*, 1999). D'autre part et plus généralement, on peut noter que la majeure partie des piétons mortellement heurtés par des bus le sont au niveau des arrêts de bus (CERTU, ANATEEP, 1995 ; Hedelin *et al.*, 2002 ; voir aussi le scénario type suivant).

Ce scénario type soulève le problème du partage des ressources attentionnelles pour les chauffeurs de bus lors de manœuvres sur des terminaux de lignes ou arrêts très importants (établissements d'enseignement, par exemple), où les piétons sont nombreux, où d'autres véhicules sont parfois présents.

Des améliorations dans la conception des véhicules (visibilité, rétrovision, technologies de détection) peuvent sans doute être imaginées, mais leur réelle portée reste incertaine dans la mesure où elles ne contribueraient pas à la simplification de la tâche.

Des améliorations de la conception des lignes de transport (itinéraires), des terminaux et des arrêts majeurs, visant la suppression ou la limitation drastique des besoins de demi-tour ou de manœuvres tournantes marquées, paraissent de nature à prévenir ces accidents de façon plus radicale, même si elles sont également à évaluer. De même la réduction de la taille des véhicules de transports en commun (nombreux minibus remplaçant une flotte de bus moins nombreuse) évoquée par certains auteurs (Vayre, 2001), serait de nature à réduire les aires balayées lors des manœuvres tournantes et à limiter le risque d'accidents de ce type, sous réserve d'évaluation.

Scénario type C8

Un piéton âgé chute entre le trottoir et un bus, après en être descendu. Il est pris entre le trottoir et le bus lors du redémarrage de celui-ci.

Ce scénario type n'est représenté que par un cas de l'échantillon complémentaire, mais les accidents corporels liés à la chute de voyageurs à la descente des bus constituent l'une des configurations connues de production de blessures aux arrêts de transports collectifs (Vayre, 2001).

Des configurations apparentées, mais distinctes, ont été par ailleurs relevées dans certaines études (C.N.T., 2003, concernant le transport d'enfants), et nous les citons ici bien que nous n'ayons pas trouvé de tels cas dans nos échantillons :

Bousculades entre enfants, pertes d'équilibre ou glissades conduisent parfois les enfants à chuter du trottoir sur la chaussée, au moment de l'arrivée ou du départ du car, et celui-ci roule alors sur l'enfant ou un de ses membres (dans d'autres cas, le piéton chute juste devant le car qui arrive, et se fait heurter). Le cas de piétons courant le long d'un car arrivant à un arrêt ou démarrant (le piéton espère alors le rattraper), et qui chutent ensuite sous le car, bien que moins fréquent, est également mentionné.

Les possibilités de prévention en matière de conception des véhicules de transports en commun et d'aménagement des arrêts (voir l'influence du trottoir) restent à étudier.

Scénario type C9

Un camion effectue une manœuvre tournante vers la droite ou vers la gauche en intersection, alors qu'un piéton se trouve au bord de la chaussée ou traverse la chaussée. Le poids lourd lui roule sur le pied avec une roue arrière ou le heurte avec son flanc droit ou gauche.

Ce scénario type est représenté par deux cas de l'échantillon complémentaire. Il pourrait aussi concerner des bus.

Une configuration analogue, pouvant concerner des piétons mais aussi d'autres usagers comme les cyclomotoristes, est mentionnée dans une recherche antérieure (Fleury *et al.*, 1987).

D'autre part, une autre configuration semblable, mais concernant des accidents de poids lourds tournant et heurtant avec leur flanc des cyclistes, ressort des travaux de McCarthy et Gilbert (1996).

Nous pouvons évoquer comme pour le scénario type C7, et avec les mêmes réserves, des possibilités d'amélioration de la conception des véhicules (visibilité, rétrovision, technologies de détection).

Notons d'autre part qu'une réduction de la taille des véhicules de transports de marchandises – ou un renforcement des contraintes de limitation d'accès des plus grands véhicules dans les zones urbaines – pourrait réduire d'autre part les aires balayées (du moins en milieu urbain, s'il ne s'agit que de restrictions d'accès) et vraisemblablement les risques d'accidents de ce type – ce qui demande cependant à être confirmé par des études d'évaluation.

Autres scénarios types complémentaires

Dans le scénario type C10 présenté ci-dessous, comme dans les scénarios types 16, 17, et 18, le piéton et le véhicule ne sont pas *a priori* dans une situation où ils devraient interférer : c'est ici une collision entre deux véhicules qui amène indirectement l'un d'eux à heurter le piéton. Le scénario type C11 présenté plus bas correspond plutôt à un contexte particulier : comme pour le scénario type 19, c'est en effet ici un espace normalement réservé au piéton (en l'occurrence le trottoir) que le véhicule emprunte et sur lequel il percute le piéton.

Scénario type C10

Deux véhicules entrent en collision, généralement en intersection, et l'un des véhicules est ensuite projeté sur le piéton, qui se trouve selon les cas sur le trottoir ou en traversée de chaussée.

Ce scénario type est représenté par un cas de l'échantillon initial et trois cas de l'échantillon complémentaire. On peut relever d'autre part une parenté avec le scénario type 18, où le choc contre le piéton résulte également d'une interaction entre deux autres usagers. Il est possible de rapprocher également ce scénario type d'une catégorie d'accidents mise en évidence par Snyder et Knoblauch (1971) : « *Result of auto-auto crash* ».

Les processus de production des collisions entre véhicules, notamment en intersection, sont complexes et divers, et il ne peut être ici question d'en traiter, ni d'évoquer des perspectives de prévention de façon suffisamment large. Le lecteur peut néanmoins se reporter aux quelques commentaires proposés plus haut pour le scénario type 18, qui restent valables ici dans leurs grandes lignes.

Scénario type C11

Un véhicule sort d'un accès privé ou tourne à gauche pour y entrer. Ce faisant il coupe un trottoir et y heurte un piéton, non détecté préalablement (masqué à la visibilité, mauvaises conditions de visibilité, attention parfois consacrée au trafic automobile).

Ce scénario type correspond à un cas de l'échantillon initial et un cas de l'échantillon complémentaire.

En sortie des accès riverains, divers masques à la visibilité (bâtiments, murs, clôtures, portes cochères, portails) rendent souvent difficile la perception d'un piéton circulant sur le trottoir. L'intérêt de la mise en place de miroirs convexes a été étudié du point de vue des comportements de conduite d'usagers non prioritaires dans des intersections à faible visibilité (Moukhwas, 1987). Sur la base de l'observation des comportements des conducteurs utilisant ou n'utilisant pas le miroir, cette recherche conclut en faveur de cet équipement. L'utilisation de cet équipement est généralement admise sur les intersections urbaines, mais l'instruction interministérielle sur la signalisation routière l'interdit hors agglomération, et considère qu'en agglomération « le miroir doit être considéré

comme un palliatif et n'être utilisé que si les travaux nécessaires à l'amélioration de la visibilité ne peuvent être réalisés »⁷⁵. Mais aucune étude à notre connaissance n'a porté sur l'influence de ce type d'équipement pour traiter des problèmes de visibilité sur les piétons circulant sur le trottoir, pour des conducteurs sortant d'accès riverains.

Dans le cas d'usagers se dirigeant vers un accès riverain en franchissant un trottoir, la non perception du piéton peut être liée à certaines gênes à la visibilité, mais tient également, du moins lors de manœuvres de tourne à gauche vers un accès, à la complexité de la tâche du conducteur, qui doit aussi tenir compte des véhicules venant en sens inverse et de ceux circulant derrière lui. La réduction des vitesses sur les voies urbaines (se reporter à la discussion faisant suite à la présentation du scénario type 1), mais aussi la mise en place d'aménagements centraux répétés⁷⁶ en présence d'accès nombreux (susceptible de libérer le conducteur de la préoccupation de contrôle sur l'arrière) sont sans doute de nature à simplifier la tâche du conducteur tournant, qui peut alors consacrer davantage de ressources au prélèvement d'information sur le trottoir et les piétons qui y circulent.

⁷⁵ Instruction interministérielle sur la signalisation routière, livre 1, première partie, article 14, p. 30 (édition de 1989). Ministère de l'équipement, du logement, des transports et de la mer, ministère de l'intérieur.

⁷⁶ Disposition fréquemment utilisée dans des réaménagements globaux de voiries urbaines dont l'efficacité a été montrée (voir notamment : CERTU, 1994).

Chapitre 8

Éléments pour l'application

Nous présentons dans ce chapitre quelques orientations concernant la façon dont les résultats exposés dans les chapitres précédents peuvent être utilisés par les praticiens lors d'études de sécurité routière réalisées sur des terrains d'études locaux. Nous ne développerons pas dans ce chapitre les justifications des positions méthodologiques prises, qui ont été en grande partie explicitées dans de précédentes publications.

L'intérêt de scénarios types déjà établis et documentés pour les études locales de sécurité

Dans les études de sécurité routière préparant des mesures préventives ou visant l'intégration d'objectifs de sécurité dans l'action de conception, la compréhension des phénomènes orientée vers l'action (diagnostic) est nécessaire si l'on veut pouvoir ensuite élaborer des mesures ou dispositions de sécurité appropriées et efficaces au moindre coût.

S'agissant d'études réalisées localement, l'analyse qualitative de cas d'accidents survenus sur le terrain d'étude constitue un moyen privilégié d'accéder à cette compréhension.

L'analyse de cas d'accidents dans ces études opérationnelles suppose de s'appuyer sur des données suffisamment riches (en général les procès-verbaux de police ou de gendarmerie, parfois des enquêtes Réagir), de disposer d'une certaine expertise (connaissances en sécurité routière, expérience de l'analyse d'accidents, connaissance du terrain d'étude), et de consacrer un certain temps à l'analyse de chaque cas. Nous ne reviendrons pas ici sur les aspects méthodologiques de ces analyses, que nous avons développés ailleurs (Brenac, 1997). Dans ces conditions, et si l'objet de l'étude est de préparer des mesures de prévention diversifiées (et non prédéfinies et étroitement délimitées), il est difficile d'analyser plus d'une dizaine de cas d'accidents par journée de travail, en incluant le compte-rendu de chaque analyse sur une fiche d'une page environ. Quand les cas de l'échantillon sont analysés, il reste à comparer ces analyses, à faire émerger des régularités, pour décrire les phénomènes de façon plus synthétique et générique, et pouvoir ensuite engager la réflexion sur les moyens de prévention.

Lorsque des connaissances ont été publiées par ailleurs sur les scénarios types d'accidents et les moyens de prévention correspondants, il est possible d'enrichir, et par certains côtés d'alléger, la démarche qui vient d'être décrite.

Les cas de l'échantillon local peuvent en effet faire l'objet d'un examen plus rapide et d'une comparaison avec les scénarios types pré-établis issus de ces publications, puis apparentés (et affectés) à l'un ou l'autre de ces scénarios types, pour une grande partie d'entre eux. Ce travail (examen rapide des cas, comparaisons, apparentements) peut être conduit au rythme d'environ 25 cas par journée de travail⁷⁷.

Le praticien peut de ce fait mobiliser, à côté de sa propre expertise, l'expertise contenue dans ces publications concernant la compréhension des phénomènes et leur prévention.

Notons que l'expertise du praticien, sa connaissance du terrain, restent importantes et lui permettent de faire émerger aussi, le cas échéant, des régularités propres au terrain d'étude local, qui ne sont pas « captées » par les scénarios types pré-établis. Celles-ci peuvent être liées par exemple à des usages locaux, à des caractéristiques de géographie ou de climat, à des formes d'urbanisme spécifiques, à des pratiques d'aménagement locales. L'examen rapide des cas peut permettre à l'analyste de détecter ces régularités, leur mise en évidence et leur description pouvant cependant nécessiter une analyse plus complète des cas correspondant, incluant l'élaboration de fiches d'analyse de cas. D'autre part, certaines accumulations d'accidents très localisées (« points noirs ») mettent généralement en jeu des particularités locales prononcées, qui ressortent de l'analyse précise des cas et du site, l'apport de scénarios types pré-établis étant généralement réduit dans ce cas.

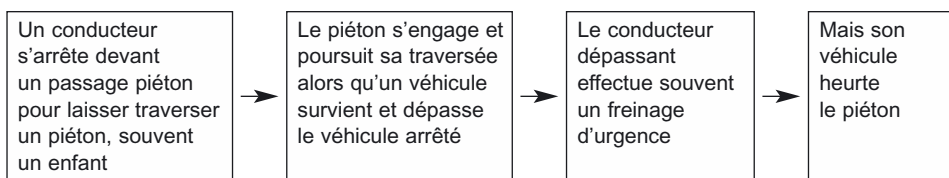
Si une base de scénarios types pré-établis et de connaissances associées concernant la prévention est utilisée dans une étude locale de sécurité, le praticien dispose notamment, à l'issue d'une telle étude, pour chacun des scénarios types rencontrés :

- 1) D'une estimation de la proportion de cas relevant de ce scénario type sur le terrain d'étude considéré (donc de l'enjeu correspondant au scénario type).

⁷⁷ Apparemment manuel ou automatique ? Dans ce que nous venons d'évoquer, l'apparement des cas aux scénarios types pré-établis est « manuel », au sens où c'est le praticien lui-même qui, comparant un cas qu'il vient d'examiner à différents scénarios types, se prononce qualitativement sur la parenté du cas avec tel ou tel scénario type. Une autre voie est également explorée : il est possible en effet que certaines caractéristiques des cas, certaines données textuelles décelables automatiquement (ou éventuellement certaines informations facilement repérables et codables par une personne peu qualifiée), ou certaines combinaisons de ces caractéristiques ou informations, soient identifiées comme de bons prédicteurs de la parenté d'un cas avec un scénario type – ou puissent servir de base à un rapprochement automatique avec d'autres cas relevant d'un scénario type donné. Dans une telle situation, une automatisation au moins partielle de l'apparement des cas aux scénarios types peut être envisagée. La mise au point de telles méthodes nécessite cependant d'importantes bases de cas dont l'affectation aux différents scénarios types soit bien établie. Elle suppose en outre la mise en œuvre de démarches statistiques ou d'ingénierie des connaissances (comme la discrimination : Allain, 2002 ; voir aussi : De Reyniès, 2002 ; ou comme le raisonnement à base de cas : Després, 2003) et une validation rigoureuse. Ces méthodes existent pour quelques scénarios types (quelques scénarios types d'accidents sur autoroute, notamment : Allain, 2002), mais ne sont pas encore développées pour des corps de scénarios types complets, et ne sont donc pas opérationnelles.

- 2) D'une description du « problème » considéré : le scénario type lui-même ; lors de la présentation des résultats au commanditaire de l'étude, ou lorsque le scénario type est utilisé dans le cadre d'actions d'éducation ou d'information, il est préférable de simplifier sa description (par rapport aux descriptions présentées dans les chapitres 3 à 6), sans pour autant le réduire à un simple intitulé. Une description textuelle en quelques lignes (voir chapitre 7) ou mieux une séquence de quelques « bulles » reprenant les principaux traits du scénario type (voir figure 1) peuvent convenir.
- 3) D'éléments de réflexion, s'appuyant sur la littérature scientifique du domaine de la sécurité routière, concernant les moyens de prévention.

Figure 1 : Exemple de présentation simplifiée d'un scénario type (sc. t. 4).



Récapitulatif des scénarios types

Nous présentons sur les deux doubles pages suivantes (tableaux 6a et 6b) les intitulés schématiques de l'ensemble des scénarios types obtenus et l'organisation sommaire que l'on a pu en faire *a posteriori* pour mieux les situer les uns par rapport aux autres. Pour chaque scénario type, un renvoi est fait à la page où commence sa présentation détaillée suivie de la discussion abordant les aspects de prévention.

Ces tableaux sont une reprise du tableau 1 présenté au chapitre 2, mais les quelques scénarios types complémentaires y ont été ajoutés, ainsi que le renvoi aux pages détaillant les scénarios types et les discussions associées. Rappelons ici ce que nous avons signalé au chapitre 2 :

- La numérotation et l'organisation en différentes familles de cet ensemble de scénarios types n'ont été réalisées qu'*a posteriori*, c'est-à-dire qu'après que les agrégations de cas et l'élaboration des scénarios types ont été achevées. D'autres regroupements en familles de ces différents scénarios types auraient pu être retenus. Cet ordre et cette organisation d'apparence hiérarchique sont donc à prendre comme une commodité de présentation, et non comme l'ébauche d'un système.
- L'intitulé schématique ne suffit pas à rendre compte du scénario type et n'est pas non plus destiné à le résumer ; il reprend un ou deux traits importants du scénario type pour permettre de se le remémorer. La vue d'ensemble que permet cette énumération reste donc superficielle tant que le lecteur n'a pas pris connaissance des descriptions détaillées faites dans les chapitres 3 à 7.

Tableau 6a : Récapitulatif de l'ensemble des scénarios types : intitulés schématiques et renvois aux pages correspondantes.
A) Scénarios types concernant quasi-exclusivement des piétons traversant ou s'engageant sur la chaussée

(N.B. : quelques cas de traversées sont aussi présents dans les scénarios types 11 à 20, C6 à C10)

Scénarios types concernant quasi-exclusivement des piétons traversant ou s'engageant sur la chaussée	Influence déterminante d'une obstruction à la visibilité ou de conditions de visibilité défavorables
	Autres conditions (généralement avec problème de prise d'information, de captation de l'attention, d'attentes, d'anticipation, etc.

1. Piéton traversant (souvent adulte, adolescent), initialement masqué souvent par véhicule stationné ou arrêté.	Page 45
2. Piéton traversant en courant (souvent enfant, attention focalisée), initialement masqué, souvent par véhicule stationné.	Page 54
3. Piéton traversant dans circulation dense, masqué par file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité.	Page 66
(C1. Piéton traversant, masqué par véhicule en circulation, mais trafic peu dense.)	Page 160
(C2. Piéton traversant devant poids lourd bloqué dans la circulation, qui redémarre sans le voir.)	Page 160
4. Piéton traversant devant un véhicule arrêté pour le laisser passer, généralement sur passage piéton.	Page 72
5. Piéton traversant une voie importante, en général nuit ou pluie, piéton souvent alcoolisé, détecté trop tard.	Page 78
(C3 : Piéton traversant, détecté trop tard, de jour, à proximité d'intersection, souvent à feux. Prise d'information sommaire par le piéton, ou alors véhicule rapide peu perceptible – motocyclette.)	Page 161
6. Piéton détecté, engage une traversée sans prise d'information, surprenant le conducteur.	Page 87
(C4 : Piéton circulant sur trottoir, s'engage sur la chaussée du fait d'obstacles sur trottoir.)	Page 162
7. Jeune piéton détecté (souvent avec d'autres, attention captée), s'engage en courant ou soudainement, surprenant le conducteur.	Page 92
8. Conducteur tournant puis heurtant en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté.	Page 100
(C5 : Conducteur arrêté à un carrefour, redémarre sans prêter attention à un piéton traversant.)	Page 162
9. Piéton traversant en confiance sur un passage piéton une infrastructure large ou rapide, détection trop tardive ou anticipation erronée de la part du conducteur.	Page 105
10. Conducteur franchissant un feu rouge/orange, heurte en sortie de carrefour un piéton détecté trop tard.	Page 110

Tableau 6b. Récapitulatif de l'ensemble des scénarios types (suite) : intitulés schématiques et renvois aux pages correspondantes.
B) Autres scénarios types.

Scénarios types concernant généralement des piétons présents sur la chaussée, statiques ou se déplaçant (longeant la chaussée, ou manœuvres diverses), ou des piétons sortant d'un véhicule

Scénarios types avec absence d'interférence *a priori* entre piéton et véhicule

Contextes particuliers

11. Piéton présent sur la chaussée (statique, la longeant, y divaguant), de nuit, hors agglomération ou en petite agglomération, détecté trop tard. Page 120
12. Piéton présent près d'un véhicule en panne ou accidenté, de nuit, hors agglomération, non vu ou trop tard. Page 126
13. Piéton sur chaussée, souvent en discussion, souvent se recule/se retourne, surprenant le conducteur (ou n'est pas vu). Page 131
14. Piéton sortant ou juste sorti d'un véhicule stationné, détecté tardivement ou surprenant le conducteur. Page 134
15. Véhicule en marche arrière, choc sur piéton non détecté par l'arrière du véhicule. Page 138
- (C6. Véhicule manœuvrant à faible allure sur voie de desserte, un très jeune enfant à proximité immédiate, non vu, est renversé.) Page 163
- (C7, C8, C9 : Piétons heurtés au flanc des bus et camions.) Pages 164-165
-
16. Véhicule en perte de contrôle, heurte un piéton hors chaussée, ou projette sur lui un véhicule stationné. Page 143
17. Élément d'un véhicule (lourd), ou de son chargement, se détachant ou se déployant et heurtant un piéton. Page 149
18. Interaction entre deux véhicules, entraînant une manœuvre d'ajustement puis un choc sur piéton. Page 151
- (C10. Deux véhicules en circulation entrent en collision, l'un d'eux est projeté sur le piéton.) Page 166
-
19. Deux-roues circulant sur un trottoir ou une voie interdite à la circulation, heurtant un piéton. Page 154
- (C11. Véhicule entrant ou sortant d'un accès, coupant un trottoir où circule un piéton.) Page 166
20. Querelle ou rapport conflictuel entre piéton et automobiliste. Page 156

Utilisation des tableaux 6a et 6b pour une première approche de l'apparement d'un nouveau cas à l'un ou l'autre des scénarios types

Malgré les réserves que nous venons de rappeler, il se peut néanmoins que ces tableaux facilitent une première approche de l'apparement d'un nouveau cas (ou d'un cas survenu sur un terrain d'étude particulier lors d'une étude locale de sécurité) à l'un ou l'autre des scénarios types. Cet apparement doit en tous les cas être ensuite vérifié par une comparaison précise avec la description complète du ou des scénarios types concernés. D'autre part, l'intitulé schématique reprend quelques traits prototypiques du scénario type – ces traits ne sont donc pas à considérer comme des conditions nécessaires et suffisantes d'affectation d'un cas à ce scénario type – et donc le fait que le cas sous examen ne réunisse pas tous ces traits ne doit pas conduire à l'écarter définitivement de ce scénario type.

Pour cette première approche, la façon de procéder la plus sûre consiste à comparer le cas sous examen à tous les intitulés schématiques reportés dans les tableaux 6a et 6b. Bien entendu, après l'étude de nombreux cas, l'utilisateur mémorise les différents scénarios types et peut procéder plus rapidement.

Il est aussi possible, mais moins sûr, d'utiliser quelques caractéristiques du cas pour orienter les comparaisons prioritairement sur tel ou tel groupe de scénarios types. Nous présentons ci-dessous quelques commentaires sur ce point.

Prendre en considération la manœuvre du piéton pour une première approche de l'apparement d'un cas à un scénario type est possible mais n'est pas sans risque : si la plupart des accidents impliquant des piétons en traversée de chaussée relève des scénarios types 1 à 10 (ou C1 à C5), quelques cas marginaux des scénarios types 11 à 20 et C6 à C11 impliquent aussi des piétons traversant.

On peut également prendre en considération des éléments de contexte : si le cas considéré survient sur une voie non urbaine, par exemple, on peut le comparer d'abord aux scénarios types 12 et 11, qui rassemblent des cas très majoritairement non urbains, mais il n'est pas exclu qu'il relève d'autres scénarios types comme le 5, le 16, ou d'autres encore.

S'il s'agit d'un accident de nuit, des comparaisons peuvent dans un premier temps être établies avec les scénarios types 5, 11 et 12, où les cas nocturnes sont largement majoritaires ; mais quelques cas d'accidents de nuit sont également présents dans la plupart des autres scénarios types.

Si le cas concerne un enfant de moins de 10 ans, on peut le comparer d'abord aux scénarios types 2, 7, 4, 10, et C6, où les enfants de moins de 10 ans sont particulièrement représentés, mais il n'est pas exclu qu'il puisse relever d'autres scénarios types.

Les bus et camions peuvent être impliqués dans des accidents relevant de tous les scénarios types, même si certains scénarios types les concernent particulièrement (en particulier les 17, 12, C2, C9, pour les camions, 15 et C6 pour les utilitaires, et 1, C7, C8 pour les bus).

Conclusion

Nous avons présenté dans ce rapport une investigation concernant les accidents corporels impliquant des piétons. La méthode de recherche utilisée repose principalement sur des analyses qualitatives de cas.

Quelques rappels méthodologiques, concernant les concepts et outils propres à ce type de recherche, ont d'abord été exposés : modèle et méthode d'analyse des cas d'accidents, concept de scénario type d'accident de la circulation routière, méthode d'élaboration des scénarios types.

Le travail empirique a porté principalement sur un ensemble de 374 cas d'accidents, représentatif des accidents corporels de piétons recensés en France par la police et la gendarmerie.

Un premier échantillon de 189 cas (« échantillon initial »), tirés au hasard dans cet ensemble de 374 cas, a d'abord été traité : analyse systématique des cas, sur la base des procédures de police et de gendarmerie et en utilisant le modèle séquentiel de l'accident, mise en évidence et explicitation de scénarios types d'accidents. Une série de 20 scénarios types d'accident a ainsi été obtenue.

Un deuxième échantillon (« échantillon complémentaire »), indépendant, constitué des 185 cas restants, a été ensuite utilisé, en particulier pour obtenir une estimation sans biais de la proportion des cas d'accidents relevant de ces scénarios types. Ultérieurement, pour les scénarios types les moins représentés, les cas correspondant dans l'échantillon complémentaire ont été ajoutés à ceux de l'échantillon initial pour consolider la description de ces scénarios types.

Enfin, un échantillon indépendant de 25 cas, issus de l'Etude détaillée d'accidents (EDA) de l'INRETS à Salon de Provence, a été également utilisé notamment pour examiner si la série de scénarios types conservait une pertinence lorsqu'elle était appliquée à des données plus locales, et par une personne indépendante ; ces cas ont également permis de vérifier ou d'illustrer, en s'appuyant sur des dossiers d'accident plus complets et approfondis, certains des mécanismes mis en évidence dans les scénarios types précédemment élaborés.

Au-delà de la série initiale de 20 scénarios types ainsi obtenue, quelques scénarios types complémentaires, mineurs, ayant émergé de l'analyse de quelques cas de l'échantillon complémentaire ou de l'échantillon EDA et/ou attestés dans des recherches antérieures, ont été brièvement mentionnés.

Après la description détaillée de chaque scénario type, une discussion portant en grande partie sur les possibilités de prévention correspondantes a été présentée. Ces développements, bien entendu indicatifs et non exhaustifs, se

sont appuyés sur de larges investigations dans la littérature scientifique en sécurité routière.

Les principaux résultats obtenus se présentent donc sous la forme suivante :

- Une série de 20 scénarios types précisément décrits et documentés, et représentant environ 85 % des cas d'accidents corporels de piétons recensés en France.
- Pour chacun de ces scénarios types, une discussion sur les stratégies et moyens de prévention, s'appuyant sur l'analyse de la littérature internationale.
- Une dizaine de scénarios types mineurs, brièvement décrits et assortis de quelques commentaires.

Enfin, dans un dernier chapitre, nous avons proposé quelques orientations concernant l'utilisation qui peut être faite des résultats présentés dans ce rapport. Nous avons montré en particulier qu'un praticien – confronté à l'analyse de l'insécurité routière sur un territoire local – pouvait tirer profit de connaissances accumulées par ailleurs, telles que celles présentées dans ce document, en complément de sa propre expertise. Il lui est en effet possible, par un examen rapide des cas de son terrain d'étude, de comparer et d'apparenter une partie de ces cas à certains des scénarios types exposés dans le présent document, et donc de les rapprocher de phénomènes déjà décrits et pour lesquels des perspectives de prévention ont été proposées. Ce dernier chapitre contient également une présentation récapitulative des scénarios types obtenus, ou plutôt de leurs intitulés schématisés, avec pour chacun d'entre eux un renvoi à la page de sa description détaillée.

Annexes

Annexe 1

Compléments concernant l'estimation des enjeux associés aux scénarios types

La procédure utilisée pour estimer les enjeux associés aux différents scénarios types, tels qu'ils sont présentés dans le tableau 3 du chapitre 2, est décrite ci-dessous.

Le calcul de la proportion brute des cas relevant du scénario type sur la seule base de l'échantillon initial ou de l'échantillon total (réunion de l'échantillon initial et de l'échantillon complémentaire) conduirait à des estimations biaisées (biais optimiste), pour les raisons que nous avons déjà évoquées au chapitre 2. Le calcul sur la base du seul échantillon complémentaire donnerait des estimations non biaisées. Mais par rapport à l'utilisation de l'échantillon total, ces estimations seraient moins précises du fait des effectifs utilisés, plus faibles.

Nous avons donc préféré faire le calcul de ces proportions sur la base de l'échantillon total, tout en appliquant un coefficient de redressement du biais lié à l'usage de cet échantillon.

L'enjeu « tous scénarios types » peut être estimé, de façon non biaisée, à 84,7 %, à partir de l'échantillon complémentaire. Le même enjeu, estimé à partir de l'échantillon total, vaudrait 87,9 % mais il s'agit d'une estimation biaisée. Le biais de surévaluation de cet enjeu, lié à l'usage de l'échantillon total, peut donc être estimé sur cette base à environ : $87,9/84,7 = 1,038$. Le coefficient permettant le redressement de ce biais est alors $c \# 1,038^{-1} \# 0,9634$ (la valeur utilisée dans les calculs est la valeur plus précise 0,96335).

Sous l'hypothèse que le biais de surévaluation ne touche pas plus particulièrement certains scénarios types, mais intervient de façon homogène, on peut alors utiliser ce coefficient de redressement pour corriger le biais dans l'estimation de l'enjeu associé à un scénario type donné, faite à partir de l'échantillon total. L'enjeu correspondant à un scénario type est alors estimé par :

$$\text{Enjeu (scénario type } i) = c \times \frac{(\text{nb de cas relevant de } i \text{ dans l'éch. total})}{(\text{nb de cas analysables dans l'échantillon total})}$$

Cette estimation repose aussi sur l'hypothèse (plus fragile) que si les cas « non analysables » pouvaient être analysés, ils se répartiraient de façon homothétique sur les différents scénarios types et sur le groupe des cas isolés.

L'intervalle de confiance à 90 % de cette estimation peut être alors obtenu en multipliant par le coefficient de redressement c les bornes de l'intervalle de confiance à 90 % (loi binomiale) calculé à partir de l'effectif brut du scénario type et du nombre de cas analysables dans l'échantillon total.

Les résultats de ces calculs ont été présentés dans le tableau 3 au chapitre 2. Nous ne les reprenons pas ici. Le tableau 7 ci-dessous donne simplement les effectifs bruts des différents scénarios types dans les échantillons considérés, tels qu'ils ont été utilisés pour ces calculs.

Tableau 7 : Effectifs de cas affectés aux différents scénarios types (issus de l'échantillon initial), dans l'échantillon initial, dans l'échantillon complémentaire, et dans l'échantillon total.

Scénario type	Nombre de cas dans l'échantillon initial	Nombre de cas dans l'échantillon complémentaire	Nombre de cas dans l'échantillon total
1	13	15	28
2	17	17	34
3	12	3	15
4	5	4	9
5	7	11	18
6	13	10	23
7	11	12	23
8	10	9	19
9	10	18	28
10	3	2	5
11	8	6	14
12	2	4	6
13	6	0	6
14	3	1	4
15	6	9	15
16	8	7	15
17	2	0	2
18	3	3	6
19	2	0	2
20	3	2	5
Cas isolés (non affectables)	14	24	38
Total des cas analysables	158	157	315
Cas non analysables	31	28	59
Total	189	185	374

Annexe 2

Effet de la vitesse de circulation sur la gravité des blessures des piétons

Vitesse au choc et gravité

Diverses recherches ont mis en évidence la relation entre vitesse au choc et gravité des blessures. En particulier, de nombreux auteurs se sont intéressés à la probabilité de décès du piéton, en cas de collision, en fonction de la vitesse d'impact (voir notamment : Davis, 2001 ; Anderson *et al.*, 1997 ; Pasanen et Salmivaara, 1993)⁷⁸.

Cependant, ces auteurs citent (et s'appuient sur) des données et recherches plus anciennes (Ashton, 1982 ; Walz *et al.*, 1983 ; IWGAM, 1986), et, comme l'a souligné Davis (2001), les résultats sont susceptibles d'être affectés d'un biais d'échantillonnage : par exemple, si parmi les collisions avec un piéton survenant à environ 30 km/h, certaines peu graves ne sont pas recensées, alors la probabilité de décès pour une collision à 30 km/h, estimée à partir du rapport des collisions avec décès sur l'ensemble des collisions survenant à ce niveau de vitesse, est surévaluée.

Les probabilités de décès à un niveau de vitesse donné sont donc généralement surévaluées. Par exemple une probabilité de décès de 50 % correspond pour Anderson *et al.* (1997⁷⁹) à une vitesse au choc de 45 km/h environ, et pour Pasanen et Salmivaara (1993⁸⁰) à une vitesse au choc d'environ 55 km/h. Alors que Davis (2001), dans un travail de modélisation éliminant au moins partiellement le biais d'échantillonnage, trouve que la probabilité de 50 % est associée à une vitesse d'environ 50 km/h pour les piétons de 60 ans et plus, mais à une vitesse de l'ordre de 70 à 75 km/h pour les piétons des classes d'âge 15 à 59 ans et moins de 15 ans.

Paradoxalement, l'effet relatif de la vitesse est sous évalué lorsque les données sont biaisées, puisque les collisions non recensées sont d'autant moins nombreuses que la vitesse (et donc la gravité) est élevée : par exemple, lorsque

⁷⁸ Par ailleurs, concernant la probabilité de blessures graves en fonction de la vitesse d'impact, des résultats récents sont présentés dans : Lefler et Gabler (sous presse).

⁷⁹ Sur la base de données issues de Walz *et al.* (1983) et IWGAM (1986).

⁸⁰ Sur la base de données issues des travaux d'Ashton (1982).

l'on passe d'un choc à 30 km/h à un choc à 50 km/h, d'après les résultats de Pasanen et Salmivaara la probabilité de décès du piéton est multipliée par un facteur 7 ; selon Anderson *et al.*, elle est multipliée par un facteur 10 ; alors que selon Davis, éliminant le biais en tout ou partie, cette probabilité est multipliée par un facteur de 10, de 11,5 ou de 30 (selon que l'on considère les piétons de moins de 15 ans, de 15 à 59 ans, ou de 60 ans et plus) lorsque l'on passe de 30 à 50 km/h au choc.

On voit donc que, si les résultats quantifiant la probabilité de décès associée à une vitesse de choc donnée sont à prendre avec précaution, l'effet négatif extrêmement marqué de la vitesse au choc sur la probabilité de décès du piéton peut être considéré comme établi, et que les gains ou pertes à attendre de modifications des vitesses au choc sont généralement sous-estimés.

Vitesse de circulation et gravité

Nous présentons ci-dessous des résultats concernant les liens entre la vitesse de circulation du véhicule avant l'accident et le risque relatif de blessures graves en cas de collision. Ils sont issus des travaux de Pitt *et al.* (1990), et reposent sur l'analyse approfondie de 469 cas d'accidents de piétons de moins de 20 ans, avec investigations sur le site ou sur la scène de l'accident, et pour lesquels la vitesse de circulation (*travel speed*) a pu être calculée. Les blessures graves sont celles correspondant à un *Injury severity score* (ISS ; voir Baker *et al.*, 1974) de 16 ou davantage et les blessures mortelles. Les chiffres présentés ici résultent d'une modélisation de la sévérité des blessures (de type régression logistique) en fonction d'un large ensemble de variables explicatives : ils représentent l'effet de la vitesse après contrôle des effets liés à d'autres variables explicatives. Compte tenu du protocole de l'étude, l'éventuel biais d'échantillonnage est ici uniquement lié à la non exhaustivité probable du recueil des accidents corporels par les forces de l'ordre. D'autre part, s'agissant de risques relatifs par comparaison avec une classe de référence (16 à 31 km/h), les résultats présentés sont moins sensibles au biais.

Tableau 8 : Risque relatif de blessures graves, en cas de collision, chez les piétons de moins de 20 ans, en fonction de la vitesse de circulation du véhicule heurtant (et non de la vitesse au choc), d'après Pitt *et al.* (1990).

Vitesse de circulation		Risque relatif de blessures graves (ISS ≥ 16) ou mortelles	Intervalle de confiance à 95 %
Miles/heure	Kilomètres/heure		
0-9 mph	0 à 15 km/h	0,17	(0,01 ; 3,75)
10-19 mph	16 à 31 km/h	1,00	—
20-29 mph	32 à 47 km/h	2,08	(0,57 ; 7,57)
30-39 mph	48 à 63 km/h	7,22	(1,78 ; 29,21)
40-65 mph	64 à 105 km/h	30,68	(4,42 ; 213,0)

Enfin il faut noter que si un biais est présent, ces résultats donnent malgré tout une *sous-estimation* des effets de la vitesse : si ce biais pouvait alors être redressé, les différences de gravité entre les différentes classes de vitesse seraient encore accrues.

Références bibliographiques

- Abric J.-C. (1994, réédition 2001). *Pratiques sociales et représentations*. Paris : Presses universitaires de France, collection de psychologie sociale, 252 p.
- Agent K.R. et Pigman J.G. (1990). Accidents involving vehicles parked on shoulders of limited access highways. Transportation Research Board, 69th annual meeting.
- Agran P.F., Castillo D.N. et Winn D.G. (1990). Limitations of data compiled from police reports on pediatric pedestrian and bicycle motor vehicle events. *Accident analysis and prevention*, 22(4), 361-370.
- Aït-Hamlat A. et Brenac T. (1988). L'analyse lexicale appliquée aux rapports d'enquête REAGIR sur les accidents mortels. *Recherche Transports Sécurité*, 20, 19-26.
- Alauzet A., Chiron M. et Weber D. (1993). *La prise de risque chez les élèves des classes de seconde, évaluation d'une intervention de sensibilisation au risque routier dans le département du Rhône*. Rapport INRETS, n° 173. Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité.
- Alexander G.J. et Lunenfeld H. (1986). *Driver expectancy in highway design and traffic operations*. Rapport FHWA-TO-86-1. Washington : Federal Highway Administration. 39 p.
- Allain E. (2002). Méthodes d'analyse discriminante et reconnaissance de scénarios types d'accidents de la circulation. Thèse de doctorat en statistique, Université d'Aix-Marseille III, 344 p.
- Allen M.J., Hazlett R.D., Tacker H.L. et Graham B.V. (1969). Actual pedestrian visibility and the pedestrian's estimate of his own visibility. *Proc. of the 13th annual conference of the American Association for Automotive Medicine*. Minneapolis : University of Minnesota. 293-299.
- Allenbach R., Hubacher M., Huber C.A. et Siegrist S. (1996). *Verkehrstechnische und- psychologische Sicherheitsanalyse von Strassenabschnitten*. Berne : Schweizerische Beratungstelle für Unfallverhütung. 117 p.
- Anderson R.W.G., McLean A.J., Farmer M.J.B., Lee B.H. et Brooks C.G. (1997). Vehicle travel speeds and the incidence of fatal pedestrian crashes. *Accident analysis and prevention*, 29(5), 667-674.
- Andersson R. et Menckel E. (1995). On the prevention of accidents and injuries, a comparative analysis of conceptual frameworks. *Accident analysis and prevention*, 27(6), 757-758.
- Andreassen D. (1995). *A long-term study of red light cameras and accidents*. Research report ARR-261. Vermont South, Victoria : Australian road research board. 36 p.

- Aoki M. et Moore L. (1996). Kidsafe : a young pedestrian safety study. *ITE Journal*, septembre 1996, 36-45.
- Ashton S.J. (1982). A preliminary assessment of the potential for pedestrian injury reduction through vehicle design. *Proceedings of the 24th Stapp car crash conference*. Warrendale (Pa.) : SAE. 609-635.
- Assailly J.-P. (1992). *Les jeunes et le risque*. Paris : Vigot.
- Assailly J.-P. (1997). Characterization and prevention of child pedestrian accidents : an overview. *Journal of applied developmental psychology*, 18, 257-262.
- Athanaselis S., Dona A., Papadodima S., Papoutsis G., Maravelias C. et Koutselinis A. (1999). The use of alcohol and other psychoactive substances by victims of traffic accidents in Greece. *Forensic science international*, 102, 103-109.
- Aultman-Hall L. et Hall F.L. (1998). Ottawa-Carleton commuter cyclist on- and off-road incident rates. *Accident analysis and prevention*, 30(1), 29-43.
- Aultman-Hall L. et Kaltenecker M.G. (1999). Toronto bicycle commuter safety rates. *Accident analysis and prevention*, 31, 675-686.
- Austin K. et White P. (1997). Reducing pedestrian and vehicle conflict at pelican crossings. *Traffic engineering and control*, 38(5), 257-261.
- Bagley C. (1992). The urban setting of juvenile pedestrian injuries : a study of behavioural ecology and social disadvantage. *Accident analysis and prevention*, 24(6), 673-678.
- Baier R. (1992). Flankierende Maßnahmen zur Einrichtung von Tempo-30 Zonen. *Straßenverkehrstechnik*, 36(1), 31-36.
- Baird J.D., Didion J. et Hefferman A. (1980). Pedestrian injury causation parameters. DOT-HS-805-652. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Baker J.S. (1960). *Experimental case studies of traffic accidents : a general discussion of procedures and conclusions*. Evanston (Illinois) : Northwestern University Traffic Institute.
- Baker S.P., O'Neill B., Haddon W. et Long W. (1974). The injury severity score : A method for describing patients with multiples injuries and evaluating emergency care. *J. Trauma*, 14, 187-196.
- Ballesteros M.F., Dischinger P.C. et Langenberg P. (sous presse). Pedestrian injury and vehicle type in Maryland, 1995-1999. *Accident analysis and prevention*, 36(1), 73-81 (parution 2004).
- Baltes M.R. (1998). Descriptive analysis of crashes involving pedestrians in Florida, 1990-1994. *Transportation research record*, 1636, 138-145.
- Bandura A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs (NJ) : Prentice-Hall.
- Biecheler M.-B. et Jayet M.-C. (1994). Alcohol and driving in France : why we have seen changes and what is next ? *Transportation research circular*, 422, 62-64.

- Biecheler-Frétel M.-B. (1985). Les conducteurs alcoolisés, leur sur-risque d'accident, leurs caractéristiques. *Recherche transports sécurité*, 7, 29-34.
- Biecheler-Frétel M.-B., Filou C. et Peytavin J.-F. (1994). Alcoolisation des conducteurs et infractions à la vitesse. Une enquête réalisée en France dans le Pas-de-Calais. *Recherche transports sécurité*, 44, 3-12.
- Bittermann D., Krugmann U. et Azarian G. (2001). EPR accident scenarios and provisions. *Nuclear engineering and design*, 207(1), 49-57.
- Blakstad F. (1987). Accident rates on road sections and junctions in Norway. *Proceedings of the P.T.R.C. summer annual meeting*, 1987, pp. 139-149.
- Bjornskau T. et Elvik R. (1992). Can road traffic law enforcement permanently reduce the number of accidents ? *Accident analysis and prevention*, 24(5), 507-520.
- Blomberg R.D. et Cleven A.M. (1998). Development, implementation and evaluation of a pedestrian safety zone for elderly pedestrians. Report DOT-HS-808-692. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Blomberg R.D., Newman J. et Preusser D.F. (1975). Identification and test of pedestrian safety messages for public education programs. DOT-HS-801-457. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Braisted R.C., Garrett J.W. et Hendricks D.L. (1980). Pedestrian injury causation parameters – phase I. DOT-HS-805-689. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Brenac T. (1989). Risque d'accident et caractéristiques des déplacements et des conducteurs (étude de l'influence de quelques caractéristiques des conducteurs et de leurs déplacements sur le risque d'implication dans les accidents de la circulation). Thèse de doctorat, E.N.P.C., 293 p.
- Brenac T. (1997). *L'analyse séquentielle de l'accident de la route (méthode INRETS), comment la mettre en pratique dans les diagnostics de sécurité routière ?* Rapport INRETS Outils et Méthodes, n° 3. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 79 p.
- Brenac T., Delcamp J., Pelat S. et Teisseire G. (1996). *Scénarios types d'accidents de la circulation dans le département des Bouches du Rhône*. Rapport MA 9611-2. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 73 p.
- Brenac T. et Fleury D. (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications. *Recherche Transports Sécurité*, 63, 63-76.
- Brenac T. et Megherbi B. (1996). Diagnostic de sécurité routière sur une ville : intérêt de l'analyse fine de procédures d'accidents tirées aléatoirement. *Recherche Transports Sécurité*, 52, 59-71.

- Brenac T. et Millot M. (2002). Incidence des choix de planification urbaine sur l'insécurité routière, revue critique de quelques résultats. In : D. Fleury (Ed.), *Gestion urbaine, sécurité routière et environnement, actes des séminaires du projet SEGUR, 2001-2002*. Actes INRETS, n° 86. Arcueil : INRETS. 41-52.
- Brenac T. et Yerpez J. (1997). Accidents impliquant des piétons : scénarios types obtenus à partir d'analyses fines de cas. *Actes du colloque européen sur les usagers vulnérables dans la circulation, Vulnerabilis 1997*, Lyon, 14-15 Janvier.
- Brilon W. (1986). Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Verkehrsberuhigung. *Comptes-rendus du 5^e congrès international de l'ATEC, « L'insécurité routière »*, Vol. 3.
- Brilon W., Kahrman B. et Senk W. (1986). Flächenhafte Verkehrsberuhigung und Verkehrssicherheit in Berlin-Charlottenburg. *Straßenverkehrstechnik*, 30(5), 194-198.
- Brilon W. et Stuwe B. (1991). Kreisverkehrsplätze : Leistungsfähigkeit, Sicherheit und verkehrstechnische Gestaltung. *Straßenverkehrstechnik*, 35(6), 296-304.
- Brindle R. (1992). Local street speed management in Australia — is it « traffic calming » ? *Accident analysis and prevention*, 24(1), 29-38.
- Brison R.J., Wicklund K. et Mueller B.A. (1988). Fatal pedestrian injuries to young children : a different pattern of injury. *American journal of public health*, 78(7), 793-795.
- Bryan-Brown K. (1995). The effects of a children's traffic club. In : Road accidents Great Britain 1994 : the casualty report. London, Government statistical service. Londres : HMSO.
- Burkhardt S., Pelletier M. et La Harpe R. (2001). Incidence de la consommation d'alcool dans les accidents mortels. *Journal de médecine légale et de droit médical*, 44(7/8), 505-510.
- Busi R. et Tira M. (Ed.) (2001). *Safety for pedestrians and two-wheelers, sicurezza dei pedoni e dei conducenti dei mezzi a due ruote*. Cosenza : Editoriale Bios. 220 p.
- Cambon de Lavalette B. et Laya O. (1986). Children visual search and their safety in traffic. Communication, 21st International congress of applied psychology, Jerusalem, 13-18 Juillet.
- Cambon de Lavalette B. et Laya O. (1988). The role of education in the prevention of pedestrian accidents among children. In : Rothengatter J.A. et de Bruin R.A. (Ed.), *Road user behaviour, theory and research*. Assen : Van Gorcum. 466-472.
- Carlin J.B., Taylor P. et Nolan T. (1995). A case-control study of child bicycle injuries : relationship of risk to exposure. *Accident analysis and prevention*, 27(6), 839-844.

- Carré J.-R. (2001). *RESBI, recherche et expérimentation sur les stratégies des cyclistes dans leurs déplacements urbains*. Rapport INRETS, n° 235. Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité. 85 p.
- CERTU (1994). *Ville plus sûre, quartiers sans accidents. Réalisations, évaluations*. Lyon : CERTU, 253 p.
- CERTU (1999). *Carrefours urbains, guide*. Lyon : CERTU. 236 p.
- CERTU, ANATEEP (1995). *Transport des scolaires : la sécurité aux aires d'arrêt*. Lyon : CERTU. 89 p.
- CETE Normandie-Centre, SERES, CETUR (1979). Les franchissements de feux rouges en agglomération, étude de sécurité. Rapport d'étude. 63 p.
- CETE Normandie-Centre, SERES, CETUR (1981). Les franchissements de feux rouges en agglomération, étude de sécurité. Rapport d'étude. 57 p.
- CETUR (1983). *Sécurité des piétons lors de leur traversée de chaussée*. Les dossiers du CETUR, 21. Bagneux : CETUR. 112 p.
- CETUR (1988). *Guide général de la voirie urbaine, conception, aménagement, exploitation*. CETUR, AIVF. 197 p.
- CETUR (1989). *Réduire la vitesse en agglomération*. Bagneux : CETUR. 90 p.
- CETUR (1990). *Ville plus sûre, quartiers sans accidents, savoir-faire et techniques*. Bagneux : CETUR. 318 p.
- Charlton S.G. (2003). Restricting intersection visibility to reduce approach speeds. *Accident analysis and prevention*, 35(5), 817-823.
- Chen G., Wilson J., Meckle W. et Cooper P. (2000), Evaluation of photo radar program in British Columbia, *Accident analysis and prevention*, 32, 517-526.
- Chen G., Wilson J., Meckle W. et Casey R. (2001). General deterrence effects of red light camera and warning signs in traffic signal compliance in British Columbia. *Journal of traffic medicine*, 29, 46-53.
- Chin H. C. (1989). Effect of automatic red-light cameras on red-running. *Traffic engineering and control*, 30(4), 175-179.
- Chin H.C. et Quddus M.A. (2003). Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections. *Accident analysis and prevention*, 35(2), 253-259.
- Christoffel K.K., Schofer J.L., Lavigne J.V., Tanz R.R., Wills K., White B., Barthel M., McGuire P., Donovan M., Buergo F., Shawver N. et Jenq J. (1991). « Kids 'n' cars », an ongoing study of pedestrian injuries : description and early findings. *Children's environments quarterly*, 8, 41-50.
- Christoffel K.K., Schofer J.L., Barthel M., Donovan M., Jenk J., Klinger C., Lavigne J.V., Le Bailly S., McGuire P., Malmstrom K., Tanz R.R., White B. et Wills K., (1996). Evaluation of a systematic approach for identifying injury scenarios. *Injury prevention*, 2, 221-227.

- Cicioni G., Giuliano G., Castellano L. et Lattanzi S. (1994). PC interactive computer procedures for the fast analysis of post-accident scenarios of ground water contamination. *Advances in engineering software*, 21(2), 113-122.
- C.N.T. (2003). La sécurité aux points d'arrêt. Note non publiée. Paris : C.N.T. (Conseil national des transports).
- Connelly M.L., Conaglen H.M., Parsonson B.S. et Isler R.B. (1998). Child pedestrians' crossing gap thresholds. *Accident analysis and prevention*, 30(4), 443-453.
- Copeland A. (1991). Pedestrian fatalities. The metropolitan Dade county experience, 1984-1988. *American journal of forensic medicine pathology*, 12, 40-44.
- Cross D., Stevenson M., Hall M., Burns S., Laughlin D., Officer J. et Howat P. (2000). Child pedestrian injury prevention project : students results. *Preventive medicine*, 30, 179-187.
- Davis G.A. (2001). Relating severity of pedestrian injury to impact speed in vehicle-pedestrian crashes, simple threshold model. *Transportation research record*, 1773, 108-113.
- Delhomme P. et Meyer T. (2000). Les campagnes de sécurité routière : quel impact ? *Risques – Les cahiers de l'assurance*, 2000, 92-98.
- Demetre J.D. (1997). Applying developmental psychology to children's road safety : problems and prospects. *Journal of applied developmental psychology*, 18, 263-270.
- Demetre J.D., Lee D.N., Grieve R., Pitcairn T.K., Ampofo-Boateng K. et Thomson J.A. (1993). Young children's learning on road-crossing simulations. *British journal of educational psychology*, 63, 349-359.
- De Reyniès A. (2002). Classification et discrimination en analyse de données symboliques, application à l'exploitation de scénarios d'accidents routiers. Thèse de doctorat en informatique, Université Paris IX-Dauphine, 173 p.
- Després S. (1998). Recueil et analyse de scénarios génériques d'accidents, constitution et modélisation de scénarios consensus. *Actes de la conférence « Ingénierie et connaissance 98 »*, Paris, 231-241.
- Després S. (2003). Recherche en cours.
- Dijkstra A., Levelt P., Thomsen J., Thorson O., Van Severen J., Vansevenant P., Nilsson P.K., Jørgensen E., la Cour Lund B. et Laursen J.G. (1998). *Best practice to promote cycling and walking*. Copenhagen : Denmark Ministry of Transport, Road Directorate. 305 p.
- Di Marzo M., Almenas K. et Gopalnarayanan S., (1995). Core to surge-line energy transport in a severe accident scenario. *Nuclear engineering and design*, 154(2), 119-132.
- Dimaggio C. et Durkin M. (2002). Child pedestrian injury in an urban setting : descriptive epidemiology. *Academic emergency medicine*, 9(1), 54-62.

- Dougherty G., Pless B. et Wikins R. (1990). Social class and the occurrence of traffic injuries and deaths in urban children. *Canadian journal of public health*, 81, 204-209.
- Dubois D. (1991). *Sémantique et cognition*. Paris : Editions du CNRS.
- Duecker R.L. (1981). Experimental field test of proposed anti-dart-out training programs. Vol. 1. DOT-HS-806-195. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Duperrex O., Bunn F. et Roberts I. (2002). Safety education of pedestrians for injury prevention : a systematic review of randomised controlled trials. *British medical journal*, 324, 1129-1131.
- Durham A.M., Moore W., Knoblauch R.L. (1980). Pedestrian injury causation parameters. DOT-HS-805-651. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Duval H. (1978). *Etat des connaissances sur l'aménagement urbain et la sécurité routière en agglomération*. Etudes bibliographiques, n° 10. Arcueil : ONSER. 87 p.
- Egberink H.O., Lourens P.F. et van der Molen H.H. (1986). Driving strategies among younger and older drivers when encountering children. *Accident analysis and prevention*, 18(4), 315-324.
- Elvik R. (2000). Which are the relevant costs and benefits of road safety measures designed for pedestrians and cyclists ? *Accident analysis and prevention*, 32, 37-45.
- Elvik R. (2001). Area-wide urban traffic calming schemes : a meta-analysis of safety effects. *Accident analysis and prevention*, 33, 327-336.
- Elvik R., Mysen A.B. et Vaa T. (1997). *Trafikksikkerhetshåndbok. Oversikt over virkniger, kostnader og offentlige ansvarsforhold for 124 trafikksikkerhetstiltak*. Tredje utgave. Oslo : Transportøkonomisk institutt. 703 p.
- Engel U. (1986). Risk figures for road users in different urban street categories. *Actes du cinquième congrès international de l'ATEC, « L'insécurité routière »*, vol. 3, Paris, 9-13 juin.
- Engel U. (1988). Patterns of fatal child accidents. In : Rothengatter J.A. et de Bruin R.A. (Ed.), *Road user behaviour, theory and research*. Assen : Van Gorcum. 180-184.
- Engel U. et Thomsen L.K. (1992). Safety effects of speed reducing measures in Danish residential areas. *Accident analysis and prevention*, 24(1), 17-28.
- Facy F., Biecheler M.-B., Rabaud M. et Peytavin J.-F. (2002). Dépistage sur route des alcoolémies et orientation vers un centre d'alcoologie. *Recherche transports sécurité*, 75, 100-114.
- Faure A. et de Neuville A. (1992). Safety in urban areas : the French program « Safer city, accident-free districts ». *Accident analysis and prevention*, 24(1), 39-44.

- Ferrandez F., Fleury D. et Malaterre G. (1986). L'étude détaillée d'accidents (EDA), une nouvelle orientation de la recherche en sécurité routière. *Recherche Transports Sécurité*, 9/10, 17-20.
- Ferrandez F. et al. (1995). *L'étude détaillée d'accidents orientée vers la sécurité primaire, méthodologie de recueil et de pré-analyse*. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. 244 p.
- Filou C. et Khoudour L. (1990). *Alcool, déplacements et insécurité routière chez les conducteurs, résultats de l'enquête sur route (1984-1986)*. Rapport INRETS n° 117. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.
- Fisher D.L., Laurie N.E., Glaser R., Connerney K., Pollatsek A., Duffy S.A. et Brock J. (2002). Use of a fixed-base driving simulator to evaluate the effects of experience and PC-based risk awareness training on drivers' decisions. *Human factors*, 44(2), 287-302.
- Fleury D. (1985). L'analyse de l'accident. Actes de la journée spécialisée Genèse des accidents et perspectives de recherche en sécurité : étude pilote de Salon de Provence. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 26-32.
- Fleury D. (1998). *Sécurité et urbanisme*. Paris : Presses de l'Ecole nationale des ponts et chaussées. 299 p.
- Fleury D. (Ed.) (2001). *A city for pedestrians : policy making and implementation*. Final report. European Commission, Directorate General for Research, COST Action C6 : Town and infrastructure planning for safety and urban quality for pedestrians. 296 p.
- Fleury D. et Brenac T. (2001). Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies. *Accident analysis and prevention*, 33, 267-276.
- Fleury D., Fline C. et Peytavin J.-F. (1987). Les accidents de poids lourds : analyse des dossiers de l'EDA (Etude détaillée d'accidents). *Recherche transports sécurité*, 14, 31-39.
- Fleury D., Fline C. et Peytavin J.-F. (1990). *Diagnostic de sécurité sur un département, application au cas de l'Eure et Loir*. Rapport INRETS n° 125. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 199 p.
- Fleury D., Dubois D., Fline C. et Peytavin J.-F. (1991). *Catégorisation mentale et sécurité des réseaux*. Rapport INRETS, n° 146. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 150 p.
- Fontaine H., Gourlet Y. et Ziani A. (1995). Les accidents de piétons. *Recherche Transports Sécurité*, 49, 5-18.
- Fontaine H. et Hubert J.-P. (1997). Evolution de l'usage de l'automobile et du risque d'accident. *Recherche Transports Sécurité*, 56, 7-20.
- Fortenberry J.C. et Brown D.B. (1982). Problem identification, implementation and evaluation of a pedestrian safety program. *Accident analysis and prevention*, 14, 315-322.

- Garber B.G., Hebert P.C., Wells G. *et al.* (1996). Validation of trauma and injury severity score in blunt trauma patients by using a Canadian trauma registry. *J. Trauma*, 40, 733-737.
- Gårder P. (1989). Pedestrian safety at traffic signals : a study carried out with the help of a traffic conflicts technique. *Accident analysis and prevention*, 21(5), 435-444.
- Garret J.W., Baum A.S. et Parada L.O. (1981). Pedestrian injury causation parameters – phase II final report. DOT-HS-806-148. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- GART (2000). *Bonnes pratiques pour des villes à vivre : à pied, à vélo* Paris : GART, 125 p.
- Gelbman R. et Baillargeon R. (1983). A review of some Piagetian concepts. In : Mussen P.H. (Ed.), *Handbook of child development*, vol. 3. New York : Wiley. 167-230.
- Girard Y. (1988). Analyse de comportements d'accidentés sur carrefours aménagés. *Actes de la conférence internationale « Roads and traffic 2000 »*, Berlin, 6-9 septembre 1988, pp. 187-191.
- Gopher D., Weil M. et Bareket T. (1994). Transfer of skill from a computer game trainer to flight. *Human factors*, 36(3), 387-405.
- Gou M. et Rocuet L. (1986). Facteurs de risque associés aux accidents impliquant des piétons en milieu urbain. *Comptes-rendus du 5^e congrès international de l'ATEC, L'insécurité routière*, Paris, 9-13 juin 1986, vol. 3.
- Granié M.-A. et Assailly J.-P. (2003). L'évaluation des actions éducatives en sécurité routière dans la perspective de la construction d'une attestation de première éducation à la route, apports des expériences lyonnaises et marseillaises. Rapport INRETS/RE-03-009-FR. Arcueil : INRETS, 185 p.
- Grayson G.B. (1987). Pedestrian risk in crossing roads : West London revisited. *Traffic engineering and control*, 28(1), 27-30.
- Green F. (2003). Red light running. Australian road research board, transport research. ([http ://www.transport.qld.gov.au/](http://www.transport.qld.gov.au/) ; accès le 28 novembre 2003).
- Gregersen N.P. et Nolén S. (1994). Children's road safety and the strategy of voluntary traffic safety clubs. *Accident analysis and prevention*, 26(4), 463-470.
- Guilbot M. (1992). Politique criminelle et sécurité routière : l'exemple de la lutte contre l'alcool au volant. *Recherche transports sécurité*, 33, 25-42.
- Haddon W. (1980). The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard prevention*, 16, 8-11.
- Hakkert A.S., Gitelman V. et Ben-Shabat E. (2002). A evaluation of crosswalk warning systems : effects on pedestrian and vehicle behaviour. *Transportation research part F*, 5(4), 275-292.

- Hall R.D. (1986). *Accidents at four-arm single-carriageway urban traffic signals*. Contractor report 65. Crowthorne : Transport and road research laboratory. 107 p.
- Hamelin P. (1981). Les conditions de travail des conducteurs routiers et la sécurité routière. *Le Travail humain*, 44(1), 5-21.
- Hamelin P. (1986). Les poids lourds dans les accidents de la circulation, étude du risque d'implication en fonction des habitudes de travail et de conduite des conducteurs. *Recherche transports sécurité*, 9/10, 33-37.
- Hamelin P. (1987). Lorry driver's time habits in work and their involvement in traffic accidents. *Ergonomics*, 30(9), 1323-1333.
- Harruff R.C., Avery A. et Alter-Pandya A.S. (1998). Analysis of circumstances and injuries in 217 pedestrian traffic fatalities. *Accident analysis and prevention*, 30(1), 11-20.
- Hautzinger H., Dürholt H., Hörnstein E. et Tassaux-Becker B. (1993). *Dunkelziffer bei Unfällen mit Personenschaden*. Bergisch Gladbach : Bundesanstalt für Strassenwesen.
- Hedelin A., Bunketorp O. et Börnstig U. (2002). Public transport in metropolitan areas – a danger for unprotected road users. *Safety science*, 40, 467-477.
- Hedlund J., Shults R.A. et Compton R. (2003). What we know, what we don't know, and what we need to know about graduated driver licensing. *Journal of safety research*, 34(1), 107-115.
- Hermes B.F. (1972). Pedestrian crosswalk study : accidents in painted and unpainted crosswalks. *Highway research record*, n° 406.
- Herrstedt L. (1992). Traffic calming design – a speed management method, Danish experiences on environmentally adapted through roads. *Accident analysis and prevention*, 24(1), 3-16.
- Herrstedt L., Kjemtrup K., Borges P. et Andersen P.S. (1993). *An improved traffic environment, a catalogue of ideas*. Report 106. Herlev : Danish road directorate, 172 p.
- Hillier W., Ronczka J. et Schnerring F. (1993). *An evaluation of red light cameras in Sydney*. Rosebery, New South Wales : Roads and traffic authority. 39 p.
- Himanen V. et Kulmala R. (1988). An application of logit models in analysing the behaviour of pedestrians and car drivers on pedestrian crossings. *Accident analysis and prevention*, 20(3), 187-197.
- Holubowycz O.T. (1995). Age, sex, and blood alcohol concentration of killed and injured pedestrians. *Accident analysis and prevention*, 27(3), 417-422.
- Howarth C.I. (1985). Interactions between drivers and pedestrians : some new approaches to pedestrian safety. In : Evans L. et Schwing R.C. (Ed.), *Human behaviour and traffic safety*. New York : Plenum press.
- Hydén C., Odelid K. et Varhelyi A. (1995). *Effekten av generell hastighetsdämpning i tätort, resultat av ett storskaligt försök i Växjö* (The effect of general speed reduction in an urban area, results of a comprehensive trial in Växjö). Department of traffic planning and engineering. LTH, Lund.

- IHT DoT (1987). *Roads and traffic in urban areas*. Londres : HMSO. 418 p.
- Institute of Transportation Engineers (ITE) (1985). *Proposed recommended practice for determining vehicle change intervals*. Washington : ITE.
- Institute of Transportation Engineers (ITE) (1999). *Traffic engineering handbook*. 5^e édition. Washington : ITE.
- Irwin S.T., Patterson C.C. et Rutherford W.H. (1983). Association between alcohol consumption and adult pedestrian who sustain injuries in road traffic accidents. *British medical journal*, 286, 6364-6522.
- IWGAM (1986). The car-pedestrian collision : injury reduction, accident reconstruction, mathematical and experimental simulation : head injury in two wheeler collisions. Zürich : Interdisciplinary working group for accident mechanics (University of Zürich and Swiss federal institute for technology, ETH) (cité par Anderson *et al.*, 1997).
- Jacobs G.D. et Wilson D.G. (1967). *A study of pedestrian risk in crossing busy roads in four towns*. RRL report LR106. Crowthorne : Road Research Laboratory.
- James H.F. (1991). Under-reporting of road traffic accidents. *Traffic engineering and control*, 32(12), 574-583.
- Janssen S.T.M.C. (1991). Road safety in urban districts, final results of the Dutch demonstration projects of the 1970s. *Traffic Engineering and Control*, 32(6), 292-296.
- Jayet M.-C. (1989). Risque « alcool au volant », action législative et théorie de la dissuasion. *Recherche transports sécurité*, 23, 29-36.
- Jayet M.-C. (1994). *La prévention du risque « alcool au volant » dans un pays producteur de vin, 1960-1990 un bilan multicritère de sa mise en application*. Rapport INRETS n° 176. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.
- Johansson G. et Rumar K. (1968). Visible distances and safe approach speeds for night driving. *Ergonomics*, 11(3), 275-282.
- Jordan G. (1998). Child pedestrian-car crashes near schools are a small percentage of total child pedestrian crashes in Philadelphia. *Transportation Research Record*, 1636, 132-137.
- Keall M.D. (1995). Pedestrian exposure to risk of road accident in New-Zealand. *Accident analysis and prevention*, 27(5), 729-740.
- Khan F.I. (2001). Use maximum-credible accident scenarios for realistic and reliable risk assessment. *Chemical engineering progress*, 97(11), 56-64.
- Kjemtrup K. et Herrstedt L. (1992). Speed management and traffic calming in urban areas in Europe : an historical view. *Accident analysis and prevention*, 24(1), 57-65.
- Klößner D. (1998). Analyse des pratiques d'accompagnement des enfants et de leurs conséquences. *Recherche transports sécurité*, 59, 17-29.

- Kockelke W. (1991). Geschwindigkeitsmessungen an Rechts-vor-Links geregelten Knoten in Tempo 30-Zonen. *Straßenverkehrstechnik*, 35(4), 169-172.
- Koivisto M. (2002). Motor accidents and safety in car parks. Graduate thesis. Helsinki University of Technology. Non publié.
- Kuhn D. (1988). Cognitive development. In : Bornstein M.H. et Lamb M.E. (Ed.), *Developmental psychology : an advanced textbook*. Hillsdale (NJ) : Lawrence Erlbaum.
- Kupferberg-Ben David N. et Rice R.G. (1994). The role of the physical environment in child pedestrian accidents. *Journal of advanced transportation*, 28(2), 171-187.
- Kwan I. et Mapstone J. (sous presse). Visibility aids for pedestrians and cyclists : a systematic review of randomised controlled trials. *Accident analysis and prevention* (à paraître en 2004).
- Laapotti S. et Keskinen E. (sous presse). Has the difference in accident patterns between male and female drivers changed between 1984 and 2000 ? *Accident analysis and prevention* (à paraître en 2004).
- Lalloo R., Sheiham A. et Nazroo J.Y. (2003). Behavioural characteristics and accidents : findings from the Health Survey for England, 1997. *Accident analysis and prevention*, 35(5), 661-667.
- Lam L.T. (2000). Factors associated with parental safe road behaviour as a pedestrian with young children in metropolitan New South Wales, Australia. *Accident analysis and prevention*, 33, 203-210.
- Lam L.T. (2001). Parental risk perceptions of childhood pedestrian road safety. *Journal of safety research*, 32, 465-478.
- Langham M.P. et Moberly N.J. (2003). Pedestrian conspicuity research : a review. *Ergonomics*, 46(4), 345-363.
- Laumon B. et Martin J.-L. (2002). Analyse des biais dans la connaissance épidémiologique des accidents de la route en France. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, 50(3), 277-285.
- Laya O. (1989). Quelques différences comportementales entre enfants et adultes et leurs implications dans la perception visuelle de l'environnement routier. In : Têtard C. (Ed.), *L'analyse des activités du conducteur*, actes INRETS, n° 21, pp. 20-33.
- Lawrason G.C., Swiercinsky T.H. et Mason R.H. (1980). Pedestrian injury causation parameters. DOT-HS-805-653. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Le Breton P. et Vervialle F. (1990). Un modèle de suivi de la sécurité routière. *Recherche transports sécurité*, 27, 33-42.
- Leden L. (2002). Pedestrian risk decrease with pedestrian flow, a case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario. *Accident analysis and prevention*, 34, 457-464.

- Lefler D.E. et Gabler H.C. (sous presse). The fatality and injury risk of light truck impacts with pedestrians in the United States. *Accident analysis and prevention*, 36(2), 295-304 (à paraître en 2004).
- Leibowitz H.W. et Owens D.A. (1977). Nighttime driving accidents and selective degradation. *Science*, 197, 422-423.
- Leibowitz H.W., Owens D.A. et Tyrrell R.A. (1998). The assured clear distance ahead rule : implications for nighttime traffic safety and the law. *Accident analysis and prevention*, 30(1), 93-99.
- Leplat J. (1985). *Erreur humaine, fiabilité humaine dans le travail*. Paris : Armand Colin.
- Lesot J.-P. (1990). Les accidents mortels de piétons en rase campagne, étude de 50 cas. Non publié.
- Lestina D.C., Miller T.R., Langston E.A., Knoblauch R. et Nitzburg M. (2002). Benefits and costs of ultraviolet fluorescent lighting. *Traffic injury prevention*, 3(3), 209-215.
- L'Hoste J. (1985). Recherches consacrées au rôle de l'alcool dans les accidents de la circulation routière, historique et comparaison internationale. *Recherche transports sécurité*, 5, 27-34.
- Lindsay P.H. et Norman D.A. (1972). *Human information processing : an introduction to psychology*. New York : Academic Press.
- Lum K.M. et Wong Y.D. (2002). A study of stopping propensity at matured red light camera T-intersections. *Journal of safety research*, 33, 355-369.
- Lum K.M. et Wong Y.D. (2003). A before-and-after study of driver stopping propensity at red-light camera intersections. *Accident analysis and prevention*, 35, 111-120.
- Luoma J. et Penttinen M. (1998). Effects of experience with retroreflectors on recognition of nighttime pedestrians : comparison of driver performance in Finland and Michigan. *Transportation research, part F*, 1, 47-58.
- Luoma J., Schuman J. et Traube E.C. (1996). Effects of retroreflector positioning on nighttime recognition of pedestrians. *Accident analysis and prevention*, 28(3), 377-383.
- Mackie A.M. et Older S.J. (1965). Study of pedestrian risk in crossing busy roads in London inner suburbs. *Traffic engineering and control*, 7(6), 376-380.
- Mackie A.M., Hodge A.R. et Webster D.C. (1993). Traffic calming – the design and effectiveness of 20 mph zones. Communication présentée au *PTRC Annual meeting*, septembre 1993.
- Macpherson A., Roberts I. et Pless I.B. (1998). Children's exposure to traffic and pedestrian injuries. *American journal of public health*, 88(12), 1840-1843.
- Malaterre G. et Peytavin J.-F. (1986). L'analyse de la tâche appliquée à l'étude détaillée d'accident. *Recherche Transports Sécurité*, 9/10, 21-26.

- Malek M., Guyer B. et Lescohier I. (1990). The epidemiology and prevention of child pedestrian injury. *Accident analysis and prevention*, 22(4), 301-313.
- McCarthy M. et Gilbert K. (1996). Cyclist road deaths in London 1985-1992 : drivers, vehicles, manœuvres and injuries. *Accident analysis and prevention*, 28(2), 275-279.
- McKnight A.J. et Peck R.C. (2003). Graduated driver licensing and safer driving. *Journal of safety research*, 34(1), 85-89.
- McLean A.J., Anderson R.W., Farmer M.J.B., Lee B.H. et Brooks C.G. (1994). *Vehicle travel speeds and the incidence of fatal pedestrian collision, vol. I*. Rapport. Adélaïde : Université d'Adélaïde. 98 p.
- Megherbi B. (1999). Scénarios types d'accidents de la circulation sur autoroute : élaboration, méthodes de reconnaissance et applications pour le diagnostic et la prévention. Thèse de doctorat. Ecole nationale des Ponts et Chaussées.
- Miles-Doan R. (1996). Alcohol use among pedestrians and the odds of surviving an injury : evidence from Florida law enforcement data. *Accident analysis and prevention*, 28(1), 23-31.
- Miller B. (2000). Reducing pedestrian-vehicle conflicts in parking lots. *Occupational health & safety*, 69(6), 116-118.
- Millot M. (2003). Développement urbain et insécurité routière : l'influence complexe des formes urbaines. Thèse de doctorat en transport, Ecole nationale des ponts et chaussées.
- Mizuno K. et Kajzer J. (1999). Compatibility problems in frontal, side, single car collisions and car-to-pedestrian accidents in Japan. *Accident analysis and prevention*, 31, 381-391.
- Monheim H. (2001). Strategies and elements for the promotion of pedestrians, lessons from the case of Germany. In : Fleury D. (Ed.), *A city for pedestrians : policy making and implementation*. Final report. European Commission, Directorate General for Research, COST Action C6 : Town and infrastructure planning for safety and urban quality for pedestrians. 149-167.
- Monheim H. et Frankenreiter G. (Ed.) (2000). *Town and infrastructure planning for safety and urban quality for pedestrians, state-of-the-art report*. COST action C6. Bruxelles : European Commission, Directorate General for Research. 79 p.
- Montel M.-C., Van Elslande P., Brenac T., Nachtergaële C. et Michel J.-E. (2003). Représentations des voiries urbaines chez les conducteurs et attentes associées, à différentes périodes de la journée. Rapport INRETS, à paraître.
- M.O.P.T.M.A. (Ministerio de Obras Publicas, Transportes y Medio Ambiente) (1996). *Calmar el trafico*. M.O.P.T.M.A., 156 p.
- Moukhwas D. (1987). Road junction convex mirrors. *Applied ergonomics*, 18(2), 133-136.

- Muttart J.W. (2000a). The influences of age-related development upon child pedestrian and bicyclist collisions. *Accident reconstruction journal*, 11(1), 34-42.
- Muttart J.W. (2000b). Effects of retroreflective material on pedestrian identification at night. *Accident reconstruction journal*, 11(1), 51-57.
- Neboit M. (1977). *L'exploration visuelle du conducteur : rôle de l'apprentissage et de l'expérience*. Cahier d'études ONSER, n° 41.
- Neumann L. (1986). Einsatzkriterien für Anlagen des Fussgängerquerverkehrs, Ergänzungsuntersuchung. Auftrag der Bundesanstalt für Strassenwesen.
- Neumann L. (1988). *Strasse und Verkehrssicherheit, Zusammenstellung bisheriger Erkenntnisse*. Steierwald Schönharting und Partner, pour le Innenministerium Baden-Württemberg. 148 p.
- Ng C.H., Wong Y.D. et Lum K.M. (1997). The impact of red-light surveillance cameras on road safety in Singapore. *Road and transport research*, 6(2), 72-81.
- O.C.D.E. (1979). *Sécurité de la circulation en zones résidentielles*. O.C.D.E. : Paris. 120 p.
- O.C.D.E. (1983). *Traffic safety of children*. Paris : O.C.D.E.
- O.C.D.E. (1984). *Programmes intégrés de sécurité routière*. Paris : O.C.D.E. 103 p.
- O.C.D.E. (1988). *Accidents de la route, enquêtes sur le site*. Paris : O.C.D.E. 113 p.
- O.C.D.E. (1990). *Behavioural adaptations to changes in the road transport systems*. Paris : O.C.D.E.
- O.C.D.E. (1994). *Améliorations de la sécurité routière grâce à la modification des attitudes*. Paris : O.C.D.E. 100 p.
- O.C.D.E. (1998). *Safety of vulnerable road users*. Paris : O.C.D.E. 229 p.
- O.C.D.E. (1999). *Stratégies de sécurité routière en rase campagne*. Paris : O.C.D.E., 158 p.
- Ocio B. (1972). *Formation de l'enfant à la sécurité routière*. Etudes bibliographiques, n° 1. Arcueil : ONSER. 9 p.
- Older S.J. et Grayson G.B. (1974). *Perception and decision in the pedestrian task*. Supplement 49 UC. Crowthorne : Transport and road research laboratory.
- O.N.I.S.R. (1996). *La sécurité des piétons en 1995*. Paris : La documentation française. 78 p.
- O.N.I.S.R. (2002). *La sécurité routière en France, bilan de l'année 2001*. Paris : La documentation française. 208 p.
- Orfeuil J.-P. (2001). *L'évolution de la mobilité quotidienne, comprendre les dynamiques, éclairer les controverses*. Synthèse INRETS, n° 37. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 146 p.

- Orfeuil J.-P. et Troulay P. (1989). Les déplacements dans le cadre habituel. In : *Un milliard de déplacements par semaine, la mobilité des Français*. J.-P. Orfeuil (coord.). Paris : La documentation française. 71-84.
- Öström M. et Eriksson A. (2001). Pedestrian fatalities and alcohol. *Accident analysis and prevention*, 33, 173-180.
- Oxley J., Fildes B., Ihsen E., Charlton J. et Day R. (1997). Differences in traffic judgments between young and old adult pedestrians. *Accident analysis and prevention*, 29(6), 839-847.
- Papon F. (1997). Les modes oubliés : marche, bicyclette, cyclomoteur, motocyclette. *Recherche Transports Sécurité*, 56, 61-75.
- Parsonson B.S. et Naughton K.A. (1988). Training generalized conservation in 5-year-old children. *Journal of experimental child psychology*, 46, 372-390.
- Pasanen E. et Salmivaara H. (1993). Driving speeds and pedestrian safety in the city of Helsinki. *Traffic engineering and control*, 34(6), 308-310.
- Pitt R., Guyer B., Hsieh C.-C. et Malek M. (1990). The severity of pedestrian injuries in children : an analysis of the pedestrian injury causation study. *Accident analysis and prevention*, 22(6), 549-559.
- Pless I.B., Verrault R., Arsenault L., Frappier J.Y. et Stulginskas J. (1987). The epidemiology of road accidents in childhood. *American journal of public health*, 77, 358-360.
- Preston B. (1980). The effectiveness of children's road safety education. In : Osborne D.J. et Levis J.A. (Ed.), *Human factors in transport research*, vol. 2. Londres : Academic Press.
- Preston B. (1989). The behaviour and safety of pedestrians at Pelican crossing in Greater Manchester. *Traffic engineering and control*, 30(12), 596-599.
- Preston B. (1994). Child pedestrian fatalities : the size of the problem and some suggested countermeasures. *Journal of advanced transportation*, 28(2), 129-140.
- Preusser D.F., Wells J.K., Williams A.F. et Weinstein H.B. (2002). Pedestrian crashes in Washington, DC and Baltimore. *Accident analysis and prevention*, 34(5), 703-710.
- Preusser D.F. et Blomberg R.D. (1984). Reducing child pedestrian accidents through public education. *Journal of safety research*, 15(2), 47-56.
- Radalj T. (2001). Evaluation of effectiveness of red light camera programme in Perth. Communication. Road safety research : policy and education conference, Monash University, 18-20 nov. 2001. 7 p.
- Rannou A., Thouez J.-P., Joly M.-F., Bourbeau R. et Bussière Y. (1996). Accidents de la route, flux, espace social et piétons âgés, le cas de la communauté urbaine de Montréal. *Recherche Transports Sécurité*, 50, 63-72.

- Rasmussen J. (1974). *The human data processor as a system component, bits and pieces of a model*. Report Risø-M-1722, Risø National Laboratory (Danemark), 51 p.
- Retting R.A., Chapline J.F. et Williams A.F. (2002). Changes in crash risk following re-timing of traffic signal change intervals. *Accident analysis and prevention*, 34, 215-220.
- Retting R.A., Ferguson S.A. et Hakkert A.S. (2003). Effects of red light cameras on violations and crashes : a review of the international literature. *Traffic injury prevention*, 4(1), 17-23.
- Retting R.A. et Kyrychenko S.Y. (2002). Reductions in injury crashes associated with red light camera enforcement in Oxnard, California. *American journal of public health*, 92(11), 1822-1825.
- Retting R.A., Williams A.F., Farmer C.M. et Feldman A.F. (1999). Evaluation of red light camera enforcement in Oxnard, California. *Accident analysis and prevention*, 31, 169-174.
- Rivara F.P. et Barber M. (1985). Demographic analysis of childhood pedestrian injuries. *Pediatrics*, 76, 375-381.
- Roberts I. (1993). Why have child pedestrian death rates fallen ? *British medical journal*, 306, 1737-1739.
- Robinson B.J. (1997). Fatal accidents involving heavy goods vehicles in Great Britain, 1991-1993. *Proceedings of the 30th international symposium on automotive technology and automation*, Florence, pp. 319-326.
- Robinson P. et Nolan T. (1997). Paediatric slow-speed non-traffic fatalities : Victoria, Australia, 1985-1995. *Accident analysis and prevention*, 29(6), 731-737.
- Rosch E. (1973). On the internal structure of perceptual and semantic categories. In : Moore T.E. (Ed.), *Cognitive development and acquisition of language*. New York : Academic Press, 111-144.
- Rosch E. (1978). Human categorization. In : N. Warren (Ed.), *Advances in cross-cultural psychology*, Vol. 1. Londres : Academic Press.
- Rosman D.L. et Knuiman M.W. (1994). A comparison of hospital and police road injury data. *Accident analysis and prevention*, 26(2), 215-222.
- RoSPA (2001). Motor vehicles policy statements. February 2001. Extrait du site internet : <http://www.rospace.org.uk>.
- Rothengatter J.A. (1981). The influence of instructional variables on the effectiveness of traffic education. *Accident analysis and prevention*, 13, 241-253.
- Rothengatter J.A. (1984). A behavioural approach to improving traffic behaviour of young children. *Ergonomics*, 27, 147-160.
- Saad F. (1975). Structuration de la tâche et activités perceptives dans la conduite automobile. ONSER.

- Saad F. (1985). L'étude détaillée d'accidents, revue bibliographique. *Actes de la journée spécialisée « Genèse des accidents et perspectives de recherche en sécurité : étude pilote de Salon de Provence »*. Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 15-22.
- Saad F. (1987). Analyse et modèle de la tâche de conduite. In : F. Saad (Ed.), *L'analyse des comportements et le système de circulation routière, compte rendu de la journée spécialisée du 9 décembre 1986*, INRETS, pp. 3-13.
- Sandels S. (1975). *Children in traffic*. Londres : Elek.
- Sayer J.R., Mefford M.L., Flannagan M.J., Sivak M., Traube E. et Kojima S. (2000). Effects of retroreflective marking color on pedestrian detection distance. *Accident reconstruction journal*, 11(1), 45-49.
- SETRA (1994). *Aménagement des routes principales*. Bagneux : SETRA.
- SETRA, CETUR (1992). *Sécurité des routes et des rues*. SETRA, CETUR, La Documentation française. 436 p.
- Schmidt D.N., Ravani B. et Brougham D. (1980). Pedestrian injury causation study. DOT-HS-805-650. Washington, DC : National Highway Traffic Safety Administration.
- Schofer J.L., Christoffel K.K., Donovan M., Lavigne J.V., Tanz R.R. et Wills K.E. (1995). Child pedestrian injury taxonomy based on visibility and action. *Accident analysis and prevention*, 27 (3), 317-333.
- Sheehy N.P. (1982). Accidents and the social environment. In : Chapman A.J., Wade F.M., Foot H.C. (Ed.), *Pedestrian accidents*. Chichester : Wiley & Sons.
- Siegler R.S. (1982). Mechanisms of cognitive growth : variation and selection. In : Sternberg R.J. (Ed.), *Mechanisms of cognitive development*. New York : Freeman.
- Simpson H.M. (2003). The evolution and effectiveness of graduated licensing. *Journal of safety research*, 34(1), 25-34.
- Snyder M.B. (1972). Traffic engineering for pedestrian safety : some new data and solutions. *Highway research record*, n° 406.
- Snyder M.B. et Knoblauch R.L. (1971). *Pedestrian safety : The identification of precipitating factors and possible countermeasures*. Vol. I. Operations Research Inc., pour la National Highway Traffic Safety Administration.
- South D.R., Harrison W.A., Portans I., King M. (1988). *Evaluation of the red light camera program and the owner onus legislation*. Hawthorne, Victoria : Victoria road traffic authority. 35 p.
- Stark D.C. (1988). The risk of fatal accidents to drinking drivers and pedestrians. In : Rothengatter J.A. et de Bruin R.A. (Ed.), *Road user behaviour, theory and research*. Assen : Van Gorcum. 387-395.
- Stutts J.C. et Hunter W.W. (1999). Motor vehicle and roadway factors in pedestrian and bicyclist injuries : an examination based on emergency department data. *Accident analysis and prevention*, 31(5), 505-514.

- Sullivan J.M. et Flannagan M.J. (2002). The role of ambient light level in fatal crashes : inferences from daylight saving time transitions. *Accident analysis and prevention*, 34, 487-498.
- Summersgill I. et Layfield R.E. (1996). *Non-junction accidents on urban single-carriageway roads*. TRL report 183. Crowthorne : Transport Research Laboratory. 65 p.
- Summersgill I., Kennedy J.V. et Baynes D. (1996). *Accidents at three-arm priority junctions on urban single-carriageway roads*. TRL report 184. Crowthorne : Transport Research Laboratory. 74 p.
- Taylor J.R. (1994). *Risk analysis for process plant, pipelines and transport*. Londres : E & FN Spon. 449 p.
- Taylor M.C., Hall R.D. et Chatterjee K. (1996). *Accidents at 3-arm traffic signals on urban single-carriageway roads*. TRL report 135. Crowthorne : Transport research laboratory. 87 p.
- Theeuwes J., Alferdinck J.W.A.M. et Perel M. (2002). Relation between glare and driving performance. *Human factors*, 44(1), 95-107.
- Thompson S.J., Heydon S.J. et Charnley C.B. (1990). Pedestrian refuge schemes in Nottingham. *Traffic engineering and control*, 31(3), 118-123.
- Thompson S.J. et Heydon S. (1991). Improving pedestrian conspicuity by the use of a promontory. *Traffic engineering and control*, 32(7/8), 370-371.
- Thompson S.J., Steel J.D. and Gallea D. (1989). Putting red-light violators in the picture. *Traffic engineering and control*, 30(3), 122-125.
- Thomson J.A. (1997). Developing safe route planning strategies in young child pedestrians. *Journal of applied developmental psychology*, 18, 271-281.
- Thomson J.A., Tolmie A., Foot H.C. et McLaren B. (1996). *Child development and the aims of road safety education, a review and analysis*. Londres : HMSO.
- Tight M.R. (1988). A study of the accident involvement and exposure to risk of child pedestrians on journeys to and from school in urban areas. In : Rothengatter J.A. et de Bruin R.A. (Ed.), *Road user behaviour, theory and research*. Assen :Van Gorcum, 185-191.
- Tira M. et Brenac T. (1999). Scenari d'incidente stradale e cartografia per la gestione urbana. *Trasporti europei, rivista quadrimestrale di diritto, economia e ingegneria dei trasporti*, V, 12, 7-18.
- Tira M., Brenac T. et Michel J.-E. (1999). Insécurité routière et aménagement de la ville, étude et cartographie de scénarios d'accident. *Transport, environnement, circulation*, 155, 22-30.
- Tira M. et Ventura V. (2000). *Pedestrian safety measures in Italy*. Cosenza : Editoriale Bios, 86 p.
- Unger R., Eder C., Mayr J.M. et Wernig J. (2002) Child pedestrian injuries at tram and bus stops. *Injury*, 33(6), 485-488.

- Vaa T. (1997). Increased police enforcement – effect on speed. *Accident analysis and prevention*, 29(3), 373-385.
- Van Schagen I. (1988). Training children to make safe crossing decisions. In : Rothengatter J.A. et de Bruin R.A. (Ed.), *Road user behaviour, theory and research*. Assen : Van Gorcum. 482-489.
- Van Schagen I. et Rothengatter T. (1997). Classroom instruction versus roadside training in traffic safety education. *Journal of applied developmental psychology*, 18, 283-292.
- Varga T., Jeszenszky E. et Simonka J.A. (1999). Influence of alcohol in 114 hospitalised victims of traffic accidents. *Forensic science international*, 103, S23-S29.
- Várhelyi A. (1998). Drivers' speed behaviour at a zebra crossing : a case study. *Accident analysis and prevention*, 30(6), 731-743.
- Vayre P. (2001). Le risque accidentel du piéton dans l'agglomération parisienne. *Comptes-rendus de l'académie des sciences, série III, Sciences de la vie*, 324, 1175-1179.
- Ville de Paris (1991). Incidences des opérations de rénovation de l'éclairage sur la sécurité routière.
- Vis A.A., Dijkstra A. et Slop M. (1992). Safety effects of 30 km/h zones in the Netherlands. *Accident analysis and prevention*, 24(1), 75-86.
- Vygotsky L.S. (1978). *Mind in society*. Cambridge (MA) : Harvard university press.
- Wall G. (2000). Road markings to improve pedestrian safety at crossings. *Traffic engineering and control*, 41(4), 136-140.
- Walz F.H., Hoeflinger M. et Fehlmann W. (1983). Speed limit reduction from 60 to 50 km/h and pedestrian injuries. *Proceedings of the 27th Stapp car crash conference*. Warrendale (Pa.) : SAE. 311-318.
- Ward H., Cave J., Morrison A., Allsop R., Evans A., Kuiper C. et Willumsen L. (1994). *Pedestrian activity and accident risk, executive summary*. Basingstoke : AA foundation for road safety research. 19 p.
- Wazana A., Rynard V.L., Raina P., Krueger P. et Chambers L.W. (2000). Are child pedestrian at increased risk of injury on one-way compared to two-way streets ? *Canadian journal of public health*, 91(3), 201-206.
- Webster D.C. (1993). *Road humps for controlling vehicle speeds*. TRL report PR18. Crowthorne : Transport Research Laboratory.
- West R., Sammons P. et West A. (1993). Effects of a traffic club on road safety knowledge and self-reported behaviour of young children and their parents. *Accident analysis and prevention*, 25(5), 609-618.
- Williams A.F. (2003a). The compelling case for graduated licensing. *Journal of safety research*, 34(1), 3-4.
- Williams A.F. (2003b). Teenage drivers : patterns of risk. *Journal of safety research*, 34(1), 5-15.
- Williams M.C. (1989). Injury accidents to pedal-cyclists on roads with converted footways. *Traffic engineering and control*, 30(2), 64-69.

- Williams W.L. (1977). Driver behaviour during the yellow interval. *Transportation research record*, 644, 75-78.
- Wills K.E., Tanz R.R., Christoffel K.K., Schofer J.L., Lavigne J.V., Donovan M. et Kalangis K. (1997). Supervision in childhood injury cases : a reliable taxonomy. *Accident analysis and prevention*, 29 (1), 133-137.
- Wilson D.G. et Older S.J. (1970). *The effects of installing new zebra crossings in Rugby and Chelmsford*. RRL Report LR 358. Crowthorne : Road research laboratory. 25 p.
- Yerpez J. (1996). Piétons âgés en ville, typologie d'accidents de la circulation routière, le cas de deux villes moyennes françaises. *Actes du 3^e colloque national sur la sécurité routière du Maroc, Pour des routes et des rues plus sûres*, décembre 1996, Casablanca, pp. 168-180.
- Yerpez J. et Girard Y. (1996). *Le piéton âgé en ville moyenne : insécurité subjective et accidents de la circulation* (Rapport pour le « Programme interministériel de recherche sur la ville »). Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité. 115 p.
- Young D.S. et Lee D.N. (1987). Training children in road crossing skills using a roadside simulation. *Accident analysis and prevention*, 19(5), 327-341.
- Zaidel D., Hakkert A.S. et Pistiner A.H. (1992). The use of road humps for moderating speeds on urban streets. *Accident analysis and prevention*, 24(1), 45-56.
- Zajac S.S. et Ivan J.N. (2003). Factors influencing injury severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut. *Accident analysis and prevention*, 35, 369-379.
- Zeedyk S. et Kelly L. (2003). Behavioural observations of adult-child pairs at pedestrian crossings. *Accident analysis and prevention*, 35(5), 771-776.
- Zeedyk M.S., Wallace L. et Spry L. (2002). Stop, look, listen, and think ? What young children really do when crossing the road. *Accident analysis and prevention*, 34, 43-50.
- Zegeer C.V. (1993). Designing for pedestrians. In : *The traffic safety toolbox, a primer on traffic safety*. Washington : Institute of Transportation Engineers. 187-201.
- Zegeer C.V., Opiela K.S. et Cynecki M.J. (1983). *Pedestrian signalization alternatives*. Report FHWA/RD-83-102. Washington (D.C.) : Federal highway administration.
- Zegeer C.V., Stewart J.R., Huang H. et Lagerwey P. (2001). Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations, analysis of pedestrian crashes in 30 cities. *Transportation research record*, 1773, 56-64.
- Zegeer C.V., Stutts J.C., Huang H., Zhou M. et Rodgman E. (1993). Analysis of elderly pedestrian accidents and recommended countermeasures. *Transportation research record*, 1405, 56-63.

