



HAL
open science

Prevention traffic risks in towns: contribution to the development and assessment of diagnosis assistance tools using prototypical accident scenarios

Nicolas Clabaux

► To cite this version:

Nicolas Clabaux. Prevention traffic risks in towns: contribution to the development and assessment of diagnosis assistance tools using prototypical accident scenarios. Engineering Sciences [physics]. Ecole des Ponts ParisTech, 2006. English. NNT: . pastel-00002078

HAL Id: pastel-00002078

<https://pastel.hal.science/pastel-00002078v1>

Submitted on 11 Jan 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées



Prévention des risques routiers en ville

Contribution au développement et à l'évaluation d'outils d'aide au diagnostic s'appuyant sur des scénarios types d'accident

THESE

Pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Discipline : Transport

Présentée et soutenue publiquement par

Nicolas CLABAUX

Le 2 juin 2006

Devant le jury composé de :

Jean-Pierre ORFEUIL

Maurizio TIRA

Sylvie DESPRES

Thierry SAINT-GERAND

Dominique FLEURY

Thierry BRENAC

Professeur, Université Paris XII, ENPC

Professeur, Université de Brescia

Maître de Conférences (HDR), Université Paris V

Professeur, Université Caen Basse-Normandie

Directeur de Recherche, INRETS

Chargé de Recherche, INRETS

Président du jury

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Directeur de thèse

Examineur

Ecole Nationale des Ponts et Chaussées



Prévention des risques routiers en ville

Contribution au développement et à l'évaluation d'outils d'aide au diagnostic s'appuyant sur des scénarios types d'accident

THESE

Pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

Discipline : Transport

Présentée et soutenue publiquement par

Nicolas CLABAUX

Le 2 juin 2006

Devant le jury composé de :

Jean-Pierre ORFEUIL

Maurizio TIRA

Sylvie DESPRES

Thierry SAINT-GERAND

Dominique FLEURY

Thierry BRENAC

Professeur, Université Paris XII, ENPC

Professeur, Université de Brescia

Maître de Conférences (HDR), Université Paris V

Professeur, Université Caen Basse-Normandie

Directeur de Recherche, INRETS

Chargé de Recherche, INRETS

Président du jury

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Directeur de thèse

Examineur

Ce travail a reçu le soutien financier de l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS) et de la Région Ile de France.

Remerciements

A Thierry Brenac, pour m'avoir si bien encadré pendant ces trois années passées à l'INRETS. Pour m'avoir soutenu et encouragé au jour le jour, depuis le début de mon travail de DEA jusqu'à la fin de ce mémoire de thèse. Je le remercie très sincèrement pour l'attention quotidienne qu'il a portée à mon travail, pour sa disponibilité pour répondre à la moindre de mes questions, pour ses nombreuses relectures, et pour ces longues discussions pendant lesquelles j'ai appris tant de choses. Lorsque j'ai choisi au cours de l'année de mon DEA de rejoindre Salon pour faire une thèse, je ne savais pas dans quelle aventure je m'engageais. Je n'ai pas été déçu. Un grand merci à lui.

A Dominique Fleury, pour avoir dirigé cette thèse, pour ses remarques pertinentes et pour les conseils qu'il m'a prodigués tout au long de ces trois années passées dans son unité de recherche. Pour la confiance qu'il m'a accordée, pour les différentes conférences, séminaires et formations auxquels j'ai pu participer et qui ont rendu ce travail de thèse enrichissant. Je n'oublierai pas non plus sa sollicitude à mon égard et le souci qu'il a eu de mon avenir.

A Madame Sylvie Després et à Monsieur Maurizio Tira pour avoir accepté de participer en qualité de rapporteurs à mon jury de thèse. A Messieurs Jean Pierre Orfeuill et Thierry Saint-Gérard pour avoir accepté d'examiner ce travail de thèse.

Aux différentes personnes rencontrées pendant ce travail de thèse. A Monsieur Patrick Lernoald de Kinergos Conseil, pour le temps qu'il m'a consacré à discuter des problèmes de sécurité du boulevard circulaire de la Défense et pour les nombreuses données qu'il a accepté de me transmettre. A Monsieur Arnaud de Jenlis du Conseil Général des Hauts de Seine pour les nombreuses études diagnostiques de sécurité qu'il a bien voulu me transmettre et pour les discussions enrichissantes que nous avons eues.

A Madame Corinne Pin de Lignes de Conduite pour m'avoir consacré une partie de son temps et pour ses remarques avisées.

A Madame Barbara Dham et à Monsieur Nicolas Mercat de Altermodal Paris et Chambéry, pour m'avoir accordé le temps nécessaire à de fertiles discussions. A Messieurs Jean François Durand, Hugues De Jesus De Oliveira et Marc Lanfranchi de la DREIF pour leur accueil chaleureux et pour leurs remarques pertinentes. A Monsieur Bertrand Christian du CERTU pour avoir diffusé au sein du réseau technique une partie de mes travaux.

A Valentina Ceausu et Rim Bentebibel, doctorantes à l'Université René Descartes Paris V pour les échanges fructueux que nous avons pu avoir dans le cadre d'un projet retenu par le Predit.

A Yves Gourlet et Jean Emmanuel Michel pour leur contribution dans la collecte des données d'accidents. Je remercie également Manu pour ses « reconstit' » effectuées sur le coin d'une table et pour son aide pour la cartographie. A Michèle Bidal pour sa disponibilité et pour son appui lors de mes recherches documentaires. A Christine Gauci pour sa sympathie et pour son aide dans la mise en forme de ce mémoire.

A Michèle Guilbot de l'INRETS et à Jean Pierre Galland de l'ENPC pour m'avoir permis de découvrir les joies (et les angoisses !!) de l'enseignement supérieur. A Marie-Claude Montel et Marine Millot pour m'avoir permis d'enseigner dans le module sécurité routière de l'ENTPE et pour leur aide précieuse dans la préparation des cours.

A Christophe Perrin et Pierre Van Elslande pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes travaux et pour toutes ces choses que j'ai appris à leur contact. Aux équipes EDA : Céline, Joël, Bastien, Nicolas, Adrien pour m'avoir emmener lors de quelques week-end d'astreinte sur la scène de cas d'accidents réels. D'autre part, leur disponibilité pour réaliser des photos, vidéos de site d'accidents, m'a été d'un grand secours. Qu'ils en soient ici remerciés.

Bien entendu, aux personnes de la Gandonne. A Claudine, Christine, Manu, Marie-Claude, Joël, Thierry pour leurs conseils et leur soutien quotidien. A Hélène, pour ses encouragements constants, pour son écoute notamment dans les périodes de découragements et pour ses livraisons de rochers et de bonbons pour tenir le coup dans la dernière ligne droite. A Frédérique, pour sa gentillesse et pour son soutien même depuis Tours. Aux autres fidèles supportrices de la grande salle : Sandra, Sofia et Sylvie.

Aux autres personnes du département Mécanismes d'Accidents qui, même si elles n'ont pas contribué directement à ce travail de thèse, ont permis qu'il se déroule dans de bonnes conditions. Je pense notamment à Maryline Scarpellini, Anne Laure Paglia, Isabelle Delage, et à Jean-Louis Jourdan pour sa réactivité lorsque monsieur l'ordinateur décida de rendre l'âme au pire moment.

Aux fidèles supporters : Flora, Christophe et Paolo.

Enfin, à mes proches. A mes parents pour m'avoir laissé choisir la voie que je souhaitais. Pour leurs encouragements constants et pour m'avoir permis de réaliser cette thèse dans les meilleures conditions possibles tout en me mettant en garde de ne pas « s'éterniser » dans ce travail, qui ne constitue qu'une étape. A Hélène, Manue, Patrick et Vincent pour les nombreuses photos de sites d'accidents, pour leurs relectures, pour leur aide dans la mise en forme de ce mémoire et pour leur soutien de tous les jours.

Merci à toutes ces personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire de thèse.

Sommaire

Introduction générale.....	11
Première partie	
Cadre théorique de la recherche et problématique du traitement de l'insécurité routière en ville	13
Introduction	15
Chapitre 1 : La ville, l'automobile, et l'insécurité routière.....	17
1.1 La ville et l'automobile : une cohabitation inévitable ?	18
1.2 Des phénomènes d'insécurité et par conséquent des principes d'actions qui diffèrent selon les territoires urbains.....	30
Chapitre 2 : Les méthodes de diagnostic de sécurité routière en milieu urbain	35
2.1 Les démarches de diagnostic portant sur un site ponctuel	38
2.2 Les démarches de diagnostic portant sur une section de voie, un axe ou un itinéraire	40
2.3 Les démarches de diagnostic portant sur des terrains d'études étendus.....	42
2.4 Les méthodes de diagnostic actuelles sont-elles adaptées aux contraintes auxquelles doivent faire face les praticiens ?	43
Chapitre 3 : Le développement d'outils d'aide au diagnostic de sécurité s'appuyant sur les scénarios types d'accidents.....	47
3.1 Le concept de scénario type d'accident	48
3.2 Les méthodes d'appariement de cas aux scénarios types d'accidents référents.....	55
3.3 La question de l'opérationnalité des méthodes diagnostiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident.....	60
3.4 Conclusion	65
Chapitre 4 : Conclusion de la première partie et problématique de la recherche	67
Deuxième partie	
Présentation détaillée des scénarios types d'accidents et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives.....	73
Introduction	75
Chapitre 5 : Aspects relatifs aux données, éléments de méthode et présentation générale des résultats.....	77
5.1 Les données.....	77
5.2 La méthode d'analyse séquentielle de l'accident corporel de la circulation routière	80
5.3 La méthode d'élaboration des scénarios types.....	82
5.4 Présentation générale des scénarios types obtenus	83
Chapitre 6 : Présentation détaillée des scénarios types 1 à 5 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives	93
6.1 Préliminaire.....	93

6.2	Présentation détaillée du scénario type 1	97
6.3	Présentation détaillée du scénario type 2	105
6.4	Présentation détaillée du scénario type 3	109
6.5	Présentation détaillée du scénario type 4	114
6.6	Présentation détaillée du scénario type 5	118
Chapitre 7 : Présentation détaillée des scénarios types 6 à 12 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives		121
7.1	Présentation détaillée du scénario type 6	122
7.2	Présentation détaillée du scénario type 7	133
7.3	Présentation détaillée du scénario type 8	140
7.4	Présentation détaillée du scénario type 9	145
7.5	Présentation détaillée du scénario type 10	150
7.6	Présentation détaillée du scénario type 11	153
7.7	Présentation détaillée du scénario type 12	157
Chapitre 8 : Présentation détaillée des scénarios types 13 à 19 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives		165
8.1	Présentation détaillée du scénario type 13	166
8.2	Présentation détaillée du scénario type 14	174
8.3	Présentation détaillée du scénario type 15	176
8.4	Présentation détaillée du scénario type 16	178
8.5	Présentation détaillée du scénario type 17	182
8.6	Présentation détaillée du scénario type 18	188
8.7	Présentation détaillée du scénario type 19	190
Chapitre 9 : Présentation détaillée des scénarios types 20 à 24 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives		193
9.1	Présentation détaillée du scénario type 20	194
9.2	Présentation détaillée du scénario type 21	197
9.3	Présentation détaillée du scénario type 22	199
9.4	Présentation détaillée du scénario type 23	201
9.5	Présentation détaillée du scénario type 24	203
Chapitre 10 : Présentation détaillée des scénarios types 25 à 28.....		211
10.1	Présentation détaillée du scénario type 25	212
10.2	Présentation détaillée du scénario type 26	215
10.3	Présentation détaillée du scénario type 27	217
10.4	Présentation détaillée du scénario type 28	218
Chapitre 11 : Présentation détaillée des scénarios types 29 à 34.....		221
11.1	Présentation détaillée du scénario type 29	222
11.2	Présentation détaillée du scénario type 30	225
11.3	Présentation détaillée du scénario type 31	227
11.4	Présentation détaillée du scénario type 32	229
11.5	Présentation détaillée du scénario type 33	231
11.6	Présentation détaillée du scénario type 34	232

Chapitre 12 : Présentation détaillée des scénarios types 35 à 40.....	235
12.1 Présentation détaillée du scénario type 35	236
12.2 Présentation détaillée du scénario type 36	237
12.3 Présentation détaillée du scénario type 37	239
12.4 Présentation détaillée du scénario type 38	241
12.5 Présentation détaillée du scénario type 39	242
12.6 Présentation détaillée du scénario type 40	244
Chapitre 13 : Conclusion de la deuxième partie	247
Troisième partie	
La question de l'opérationnalité des outils méthodologiques s'appuyant sur les scénarios types d'accidents	249
Introduction :.....	251
Chapitre 14 : Contribution à l'évaluation de l'utilité relative des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident	253
14.1 Méthode mise en œuvre et terrains d'étude	254
14.2 Application au terrain du Boulevard Circulaire de La Défense	257
14.3 Application au terrain de la route départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret.....	276
14.4 Conclusion	293
Chapitre 15 : Contribution à l'évaluation de l'utilisabilité des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident	297
15.1. Méthode mise en œuvre	298
15.2. Validité de l'affectation des cas aux scénarios types effectuée par les praticiens	300
15.3 Utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle : résultats issus des entretiens avec les praticiens.....	305
15.4 Conclusion sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle.....	311
Chapitre 16 : Conclusion de la troisième partie.....	313
Conclusion générale	315
Références bibliographiques	321
Annexes	337
Table des illustrations	356
Table des matières.....	359

Introduction générale

Ce mémoire, présenté pour l'obtention du titre de docteur en Transport de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, rend compte de travaux qui s'inscrivent dans le champ des recherches sur les déplacements automobiles en milieu urbain, et plus particulièrement sur le risque d'accident de la circulation.

Cette thèse porte sur le développement et l'évaluation de connaissances et d'outils méthodologiques destinés à faciliter le travail d'étude de l'insécurité routière réalisé par des praticiens (responsables de réseaux de voirie et de transports urbains, services de planification, bureaux d'études) dans le cadre de la préparation d'actions locales, en matière d'aménagement notamment, intégrant des objectifs de sécurité routière.

Cette recherche a été conduite au département Mécanismes d'accidents de l'INRETS¹. Elle prend place dans un projet plus large, consacré au développement d'outils d'aide au diagnostic de sécurité routière, impliquant le Centre de Recherche en Informatique de l'Université Paris V (C.R.I.P.5), concernant les aspects mathématiques, informatiques et d'ingénierie des connaissances, et le département Mécanismes d'accidents de l'INRETS.

Le présent mémoire est structuré en trois parties principales.

Partant du constat d'une probable persistance à long terme de l'omniprésence automobile dans la ville, une partie introductive (première partie) traite de la prévention des risques de la circulation routière dans les espaces urbains, et plus particulièrement des méthodes diagnostiques d'étude de l'insécurité routière nécessaires pour la conduite locale d'actions, d'aménagement notamment. Ces développements permettent ensuite d'identifier, dans ce domaine, les points nécessitant de nouvelles investigations, et de définir la problématique à laquelle nous nous confrontons dans la présente recherche et les objectifs que nous poursuivons.

Les deux principaux objectifs que nous avons identifiés à l'issue de cette première partie sont :

- La constitution d'un corps complet de connaissances sur les scénarios types d'accidents de la circulation en milieu urbain et sur les moyens de prévention correspondants (en complément des travaux de Brenac et *al.*, 2003).

¹ I.N.R.E.T.S : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité.

- L'évaluation de l'opérationnalité d'outils méthodologiques d'aide au diagnostic de sécurité s'appuyant sur ces connaissances de référence (scénarios types et moyens de prévention), et destinés aux praticiens intervenant à un niveau local.

La deuxième partie répond au premier de ces objectifs. Elle est consacrée à l'élaboration de scénarios types d'accidents, sur la base d'une investigation concernant les accidents corporels se produisant en milieu urbain et n'impliquant pas de piétons. La démarche adoptée repose principalement sur des analyses qualitatives de cas. Après le rappel de quelques éléments relatifs aux méthodes et aux données utilisées, les scénarios types d'accidents obtenus à partir de l'analyse approfondie de 507 cas, sont dans un premier temps présentés de façon générale. Leur portée sur un échantillon indépendant d'accidents est également examinée. Chaque scénario type fait ensuite l'objet d'une présentation détaillée, suivie d'un ensemble d'éléments de réflexion relatifs aux possibilités de prévention, et cela en référence à la littérature internationale en sécurité routière portant notamment sur l'évaluation d'éléments d'aménagement.

La troisième partie rend compte d'investigations relatives à l'évaluation de l'opérationnalité d'outils méthodologiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident. L'évaluation porte sur deux aspects : d'une part l'utilité relative de ces outils méthodologiques c'est-à-dire leur utilité en comparaison avec des méthodes d'études opérationnelles plus traditionnelles ne les utilisant pas ; d'autre part, leur utilisabilité par des praticiens, dans le cadre d'études courantes de sécurité réalisées dans un cadre opérationnel et sans l'appui de chercheurs en sécurité routière. Pour chacun de ces deux aspects, la démarche mise en œuvre est dans un premier temps exposée. L'évaluation de l'utilité relative de ces outils méthodologiques consiste à comparer les conclusions issues d'une étude opérationnelle de diagnostic réalisée par un praticien expert et les conclusions issues de l'application des outils méthodologiques sur le même terrain d'étude et sur une période comparable. Cette comparaison est effectuée sur deux terrains d'étude du département des Hauts de Seine. L'évaluation de l'utilisabilité de ces outils méthodologiques repose quant à elle sur des entretiens avec des praticiens les ayant utilisé dans le cadre d'études opérationnelles de sécurité et sur l'étude des résultats issus de leur analyse. Les résultats obtenus sont ensuite présentés et permettent de tirer quelques enseignements, notamment en matière d'amélioration possible de ces outils.

Enfin, une conclusion générale revient sur les principaux résultats obtenus et sur leur intérêt pour la recherche sur les phénomènes d'accidents et sur les méthodes de diagnostic local de sécurité routière. Quelques enseignements sont également tirés concernant les limites de ces travaux, leurs prolongements possibles et les perspectives ouvertes pour des recherches ultérieures.

Première partie

Cadre théorique de la recherche et problématique du
traitement de l'insécurité routière en ville

Introduction

Cette première partie est destinée à préciser le sujet de la présente recherche et à en définir les objectifs.

Nous fondant sur le constat de la persistance de l'omniprésence de l'automobile dans la ville et de ses conséquences en matière d'insécurité routière, nous nous intéressons plus particulièrement aux méthodes d'étude permettant la prise en compte des préoccupations de sécurité routière dans l'action locale, en particulier en matière d'aménagement. L'analyse de l'état actuel des connaissances relatives à ces méthodes permet alors d'identifier la nécessité de nouvelles investigations dans ce domaine et de définir la problématique et les objectifs de la présente recherche.

Le premier chapitre revient sur la question de la place de l'automobile dans la ville et justifie l'intérêt de traiter la question des phénomènes d'insécurité routière se produisant en ville et des moyens et méthodes susceptibles de les prévenir. Il s'intéresse également à la littérature traitant des différences dans les phénomènes d'accidents selon les environnements et contextes urbains dans lesquels ils se produisent. Ces éléments de réflexion nous amèneront à montrer que la prise en compte des préoccupations de sécurité routière par les gestionnaires et aménageurs suppose une connaissance relativement fine des accidents en lien avec l'environnement dans lequel ils se produisent, ce qui nécessite la mise en œuvre d'études locales de sécurité préparatoires à l'aménagement ou à l'action locale, appelées diagnostics de sécurité routière.

Le deuxième chapitre s'intéresse aux différentes méthodes de diagnostic de sécurité existantes telles qu'elles sont décrites dans la littérature scientifique et technique. Nous verrons que la plupart des méthodes nécessitent de recourir aux procédures d'accidents corporels établies par les forces de l'ordre, pour disposer de connaissances fines sur les accidents et pour définir des actions de prévention adaptées au contexte local. Or, nous verrons que, dans la pratique, si l'analyse des procédures d'accidents peut être effectuée sur des terrains d'études limités comme par exemple, un point d'accumulation, elle est en revanche beaucoup plus difficile à mettre en œuvre sur des terrains d'étude étendus, comme un axe, un itinéraire, un quartier voire un réseau de circulation.

Le troisième chapitre présente la notion de scénario type d'accident, ses fondements scientifiques et les méthodes et outils qui lui sont associés, comme moyens pour pallier cette difficulté. Nous nous intéresserons dans ce chapitre à l'état actuel des connaissances relatives

au développement d'outils d'aide au diagnostic de sécurité s'appuyant sur des scénarios types d'accidents et à ce qu'ils sont susceptibles d'apporter à des praticiens dans le cadre d'études courantes de sécurité.

Enfin, dans le chapitre 4, nous revenons sur les différents points évoqués dans les chapitres précédents et identifions ceux nécessitant de nouvelles investigations. Nous en déduisons les principaux objectifs de notre travail et la problématique à laquelle nous nous confrontons.

Chapitre 1 :

La ville, l'automobile, et l'insécurité routière

La remise en cause de la place de l'automobile en ville apparaît aujourd'hui clairement dans les textes de lois récents relatifs à la construction et à l'aménagement de l'espace public. La conscience des nuisances (bruit, pollution atmosphérique, encombrement des espaces publics urbains, insécurité routière, notamment) générées par le développement relativement incontrôlé de l'usage de l'automobile dans les villes ont en effet conduit depuis les années quatre vingt à plusieurs textes législatifs faisant état de la nécessité de réduire ces externalités négatives (*cf.* notamment L.O.T.I.²-1982, L.A.U.R.E.³-1996, S.R.U.⁴-2000). Parmi ces textes, la loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (L.A.U.R.E) du 30 décembre 1996 incite par exemple les agglomérations engagées dans la réalisation d'un Plan de Déplacements Urbains, à mettre à l'agenda la question de la place de l'automobile dans la ville⁵. Les préoccupations actuelles liées au développement durable vont également dans ce sens.

Pourtant, malgré cette volonté affichée de réduire la place de l'automobile dans la ville, il ne semble pas, d'après de nombreuses recherches, que des politiques générales de réduction de l'automobile puissent avoir des effets radicaux sur son usage et sur les nuisances qui en résultent (notamment l'insécurité routière). Dans ce domaine, les potentialités de politiques d'aménagement reposant sur un redéploiement urbain restent très incertaines. La densification de l'espace urbain par exemple peut sembler une voie intéressante si l'on se réfère aux travaux de Newman et Kenworthy (1991) qui ont montré les liens entre périurbanisation et dépendance automobile. Mais les travaux plus récents de Dupuy (2002) montrent qu'un scénario de densification de l'espace urbain n'aurait pas nécessairement un effet plus favorable – en matière de dépendance automobile – qu'un développement « au fil de l'eau ». D'autre part, l'influence de politiques volontaristes de développement des transports collectifs

² L.O.T.I. : Loi d'Orientation des Transports Intérieurs (Loi n°82-1153 du décembre 1982).

³ L.A.U.R.E. : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996).

⁴ S.R.U. : Loi Solidarité et Renouvellement Urbain (Loi n° 2000-1208 du 13 décembre 2000).

⁵ Loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie - Art.28.1 : « Les orientations du Plan de Déplacements Urbains portent sur : 1° La diminution du trafic automobile ; 2° le développement des transports collectifs et des moyens de déplacement économes et les moins polluants, notamment l'usage de la bicyclette et la marche à pied ; 3°... ».

est limitée par le niveau relativement faible du transfert modal envisageable (sur ce point voir notamment : Orfeuil, 2000).

L'objectif de ce chapitre est par conséquent dans un premier temps (section 1.1) de montrer, en s'appuyant sur des recherches françaises et étrangères, que la ville et l'automobile (et les nuisances que cette cohabitation engendre) semblent amenées à cohabiter pour encore longtemps. Et que par conséquent, s'intéresser aux phénomènes d'insécurité routière résultant de cette cohabitation et aux techniques et méthodes susceptibles de les prévenir n'est pas hors de propos.

Par ailleurs, des travaux de recherche ont montré que les phénomènes d'insécurité routière se produisant en ville diffèrent fortement d'un point de vue qualitatif selon les territoires urbains où ils se produisent, et de ce fait, que les principes de sécurité ne peuvent être les mêmes dans tous les types d'environnements urbains (voir par exemple, OCDE, 1979, Millot, 2003, Clabaux et Brenac, 2005b). Par exemple, des concepts aussi opposés que les concepts d'intégration (intégration des différents modes et usages sur le même espace) et de ségrégation (séparation des espaces consacrés aux différents modes et usages) peuvent être efficaces dans certains contextes urbains, et inefficaces dans d'autres. Le principe de ségrégation par exemple peut apporter de la sécurité sur certaines grandes voiries de périphérie de ville, ou dans des quartiers résidentiels nouveaux (Stein, 1957, cité par Fleury, 1998 ; OCDE, 1979 ; Wolters, 1986), alors que le principe d'intégration est plus efficace dans les quartiers centraux ou sur des voiries bordées de nombreuses activités notamment (CETUR, 1990 ; Faure et de Neuville, 1992 ; CERTU, 1994). Par conséquent le second objectif de ce chapitre (section 1.2) est de montrer que, du fait de ces différences entre les phénomènes (et de ce fait entre les moyens d'actions appropriés) en fonction des environnements urbains, il est utile de s'intéresser aux méthodes et aux techniques permettant aux gestionnaires et aménageurs d'avoir une meilleure connaissance des phénomènes d'insécurité se produisant sur leur territoire, de leur répartition spatiale et des moyens susceptibles de les prévenir, si l'on souhaite une meilleure intégration des préoccupations de sécurité routière dans les pratiques d'aménagement.

1.1 La ville et l'automobile : une cohabitation inévitable ?

L'histoire des rapports entre la ville et l'automobile est relativement récente. Bien que les premiers essais de véhicules automobiles (au sens étymologique du terme : qui se meut par soi-même) datent de la fin du XVIII^{ème} siècle avec notamment le « fardier » de Joseph Cugnot en 1770-1771 (prototype qui faisait appel à la force motrice de la vapeur), en France, l'essor de l'automobile pratique ne viendra qu'au début des années 1890 après l'apparition du moteur à explosion (Flink, 1990). A partir de cette période se créent alors de nombreuses entreprises en France et à l'étranger. Aux Etats-Unis, l'industrie automobile s'implante autour de Détroit avec la production en série et de masse de la Ford « T ». Ce mode de production gagne l'Europe après la première guerre mondiale et l'automobile commence à se répandre dans les villes. A Paris par exemple, de 2000 véhicules en 1900, la ville compte en 1939 environ 500000 automobiles, un million en 1958, 2,36 en 1970 et à l'heure actuelle, la région Île de France en compte près de 4,5 millions (Flonneau, 2003).

Bien que l'automobile fût accueillie dans la ville avec enthousiasme et désir puisque considérée comme facteur de prospérité et de modernité, ses nuisances furent également très tôt dénoncées. A Paris par exemple, les accidents de la circulation, et notamment les écraseurs furent les premiers à être dénoncés (Flonneau, 2003). La pollution de l'air par les gaz d'échappement, le bruit, les embouteillages furent également l'objet de dénonciations dès les années 1920-1930. La lutte contre ces « externalités négatives » de l'automobile pris ensuite au fil du temps de l'importance. Menée dans un premier temps par des associations, elle fut bientôt relayée par le pouvoir politique. La loi L.O.T.I. de décembre 1982, la loi sur l'air (loi L.A.U.R.E.) de décembre 1996 et la loi S.R.U. de décembre 2000, toutes trois relatives à la planification des déplacements urbains (et à l'intégration de l'ensemble des préoccupations liées aux nuisances des transport dans les procédures de planification), en sont les exemples les plus récents. Pourtant, force est de reconnaître que, malgré ces nuisances, un consensus général a accompagné et facilité (et continue à ce jour dans les faits d'accompagner et d'encourager) la pénétration de l'automobile dans la ville jusqu'au point qu'elle y devienne presque indispensable.

A ce jour, bien que les politiques locales de déplacement aient, parmi leurs objectifs affichés, celui de réduire le trafic automobile, plusieurs travaux de recherche ont montré leur ambivalence. « Alors que les centres-villes sont protégés de l'automobile au nom du développement durable, de nouvelles rocade routières sont bouclées, pour faire face à la congestion liée à l'attractivité urbaine » (Hernandez et *al.*, 2005). D'après ces travaux de recherche, on peut en effet s'interroger sur la distance entre la rhétorique sur les modes doux, l'écomobilité et la réalité des politiques, qui comportent la construction souvent observée d'infrastructures de transports lourdes et souvent routières au nom de l'attractivité et de la compétitivité des villes.

Nous développons dans la suite de cette section une argumentation en trois points. Le premier point (1.1.1) traite de l'influence des tendances lourdes d'évolution des espaces urbains sur la place de l'automobile dans la ville, en s'appuyant sur la notion de dépendance automobile. Le deuxième point (1.1.2) est relatif à l'ambivalence des politiques actuelles qui, dans les faits ne remettent pas véritablement en cause cette place de l'automobile. Enfin le troisième point (1.1.3) aborde la question des potentialités de transfert modal de l'automobile vers d'autres modes et de l'effet éventuel de tels transferts en matière de sécurité routière. Les arguments développés dans ces trois points nous conduiront à conclure dans le sens d'une relative pérennité de l'omniprésence de l'automobile dans l'espace urbain.

1.1.1 La dépendance automobile

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, on peut distinguer trois périodes dans la pénétration de l'automobile dans la ville. Après une première phase introductive correspondant approximativement aux deux premières décennies du vingtième siècle, une seconde période correspondant à une période allant des années 20 à la fin des années 60 peut être identifiée. Durant cette période dite du « tout automobile », la voiture se banalise. De plus en plus d'infrastructures routières urbaines et interurbaines sont construites au nom de la modernité, de la mobilité des populations et de l'attractivité des villes. Le premier tronçon du

boulevard périphérique à Paris est par exemple inauguré en 1960 (Flonneau, 2003). Durant cette période, il s'agit davantage d'adapter la ville à l'automobile pour reprendre l'expression de Georges Pompidou prononcée dans son discours du 18 novembre 1971 au district de la région parisienne (Flonneau, 2003, p.202).

Au milieu des années 70, début de la troisième période, la crise pétrolière, puis plus tardivement la montée des préoccupations environnementales suscita des interrogations sur la durabilité de la civilisation motorisée. Ces préoccupations amenèrent les pouvoirs publics à prendre un certain nombre de décisions relatives notamment aux véhicules et aux infrastructures. L'instauration de normes de sécurité, de seuils de pollution ou encore du contrôle technique obligatoire pour les véhicules sont des exemples parmi d'autres. Concernant les infrastructures, la mise en place de zones piétonnes, de murs anti-bruit ou encore l'abaissement des limitations réglementaires de vitesses peuvent être citées. Mais comme le mentionne Dupuy (1999), ces actions furent rapidement annihilées par l'augmentation ininterrompue du parc et des déplacements automobiles. La question des moyens susceptibles de réduire la place de l'automobile (ou du moins sa croissance), notamment dans les villes pris alors toute son importance. Cependant, les décideurs se rendirent rapidement compte des difficultés à mettre en œuvre une politique efficace pour réduire la place de la voiture, difficultés liées à la dépendance de la société à l'automobile (RAC, 1995, cité par Dupuy, 1999).

La notion de dépendance automobile est apparue dans les publications internationales à la fin des années 80⁶. Plusieurs auteurs ont en effet travaillé à partir de cette période sur les moyens susceptibles de réduire cette dépendance, notamment au moyen de l'aménagement des territoires et des réseaux. Parmi les premiers auteurs à avoir travaillé sur cette question, les australiens Newmann et Kenworthy (1991) montrent sur la base d'une recherche de plus de dix ans portant sur 32 des plus grandes villes du monde que, plus les villes sont denses et moins elles consomment de carburant pour les déplacements de leurs habitants. D'après leurs résultats, les villes asiatiques comme Tokyo ou Hong-Kong seraient les villes les plus denses et les moins consommatrices d'énergie par habitant pour le transport. Les villes européennes seraient dans une situation intermédiaire (densité et consommation d'énergie fossile intermédiaires). En revanche, les villes américaines comme Houston ou Détroit seraient caractérisées par une faible densité et par une consommation énergétique élevée (voir figure 1).

⁶ Bien que la dépendance à l'automobile ne soit pas, dans les faits, nouvelle à cette époque puisque par exemple, Flonneau (2003) relate qu'en France durant l'occupation, des autorisations de circuler furent allouées, ce qui « par un effet de chambre noire, restitue ainsi en négatif l'état de la dépendance automobile de la société à cette époque » (Flonneau, 2003, p.16). D'autre part, Dupuy (1999) évoque les notions de « cercle magique » et de « monopole radical » correspondant déjà au début des années 60 à « des aspects essentiels de l'actuelle dépendance » (Dupuy, 1999, p.8).

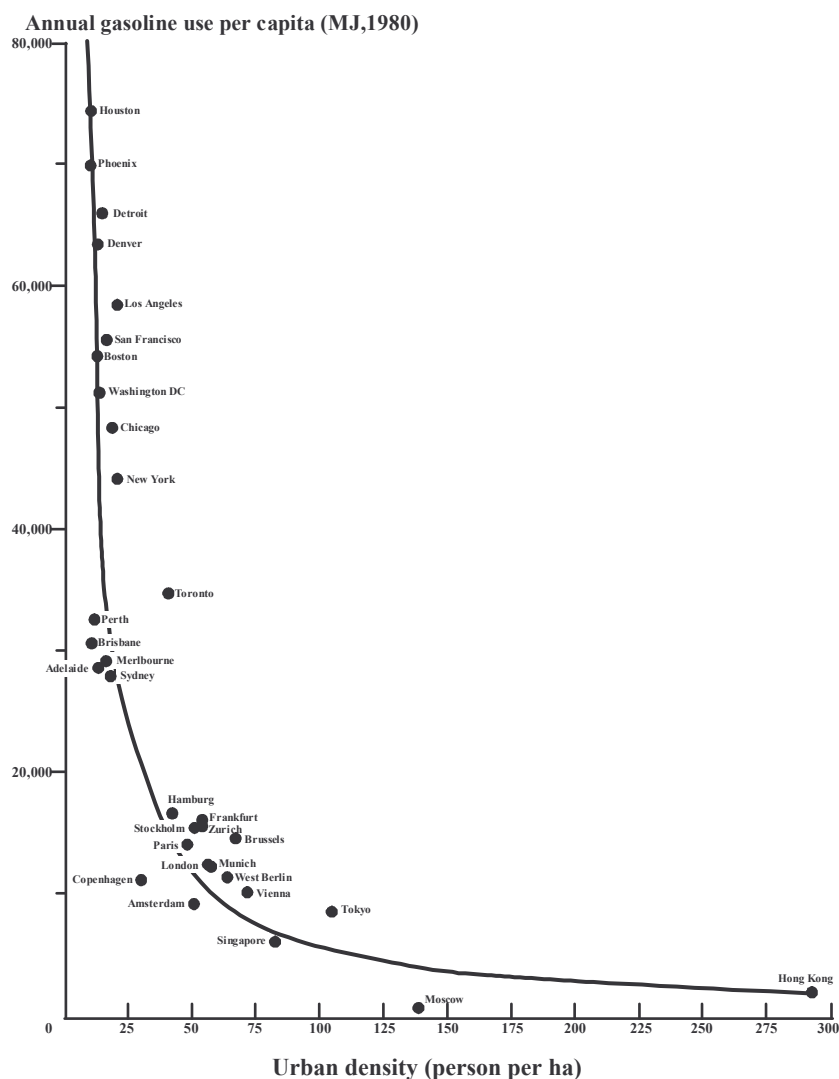


Figure 1 : Consommation de carburant par rapport à la densité des villes
 (Source : Newman et Kenworthy, 1991, p.48)

Sur la base de ces résultats qui indiquent une relation inverse entre la densité des villes et la consommation de carburant, Newman et Kenworthy proposent de densifier les villes pour lutter contre la dépendance automobile. Bien entendu, ils insistent sur le fait que cette densification devra être associée à d'autres moyens (économiques notamment : augmentation du prix du carburant, du stationnement par exemple) pour avoir des effets réellement significatifs (Newman et *al.*, 1995).

D'autres travaux de recherches vont dans ce sens. On peut par exemple citer les travaux de Naess (1996), cité par Fouchier (1997) et portant sur 22 villes de Norvège. Ces travaux cherchent à analyser l'influence des variables décrivant les formes urbaines sur les déplacements, la répartition modale et la consommation d'énergie. L'auteur conclut que les variables décrivant les formes urbaines ont une influence très forte sur la consommation d'énergie consacrée aux transports. Comme Newman et Kenworthy, Naess trouve une corrélation négative entre la consommation d'énergie en transport par individu et la densité

urbaine. D'un point de vue opérationnel, Naess montrent que les principaux facteurs pouvant permettre une diminution de la consommation d'énergie sont : une forte densité de la population à l'échelle de la ville, une densité élevée dans les différents quartiers de la ville, une disposition centralisée des quartiers résidentiels, une localisation centrale des lieux d'emplois, une localisation déconcentrée des villes à l'échelle régionale et une taille importante des villes.

D'autre part, on peut également citer les travaux de Hayashi *et al.* (1999) qui comparent quatre métropoles (Londres, Tokyo, Nagoya et Bangkok) de niveaux de développement économique différents. Leurs travaux visent à étudier les liens entre consommation d'énergie, dégradation environnementale et conditions de motorisation et d'urbanisation. Les auteurs analysent notamment le lien entre le développement spatial de ces métropoles dans le temps et l'évolution des déplacements routiers et de la consommation d'énergie. A travers l'utilisation d'un indice de rayon urbain mesurant la distance radiale moyenne entre les différentes aires urbanisées de ces métropoles et leur centre ville (c'est-à-dire en d'autres termes, le rayon moyen de l'agglomération), les auteurs mettent en évidence l'existence d'un lien fort entre la périurbanisation et l'augmentation de la consommation de carburant (à travers l'augmentation des distances de déplacement). A l'inverse les auteurs concluent sur le fait que « la consommation en énergie des transports diminuent considérablement avec l'augmentation de la densité urbaine » (Hayaski *et al.*, p.16).

En France, les travaux de Hivert (1994) cités par Fouchier (1997) étudient les liens entre la consommation énergétique quotidienne des ménages et la densité du secteur de résidence dans l'agglomération de Grenoble. Les résultats montrent que moins le secteur de résidence est dense, plus la consommation énergétique est élevée. La motorisation des ménages, leur budget-distance et la répartition modale apparaissent également fortement liés à la densité urbaine. Les travaux de Gallez (1995) portant sur l'Île de France aboutissent globalement aux mêmes conclusions : plus la densité est élevée et plus la consommation d'énergie par individu et les pollutions engendrées par cette consommation sont faibles.

Sur la base des quelques travaux que nous venons de présenter, il semble en première analyse que les formes urbaines les plus denses apparaissent être les plus à même pour limiter dans le futur la mobilité des citoyens et la consommation d'énergie liée à leurs déplacements. En effet, une densité élevée implique notamment des distances de déplacements plus courtes. Elle favorise également l'usage des transports collectifs dans la mesure où les dessertes peuvent être meilleures.

D'autres auteurs contestent néanmoins cette relation de causalité « densité urbaine => diminution de l'usage de l'automobile » ou du moins son évidence apparente. D'après Fouchier (1997) par exemple, la densification de l'espace urbain n'engendre pas nécessairement une diminution de l'usage de l'espace urbain dans la mesure où la localisation des activités est tout aussi importante.

D'après Dupuy (1999), la dépendance automobile ne s'explique pas par la densité des villes mais par le développement d'un « système automobile » qui encourage l'utilisation de l'automobile. L'auteur revient sur les différents composants de ce système (automobilistes,

dispositif de production de masse, réseaux routiers, ensemble de services pour l'automobile et l'automobiliste, *etc.*) et sur les effets d'interaction générés par le développement du système. Cet auteur distingue les effets d'interaction négatifs (comme par exemple la congestion, la pollution, l'insécurité routière) et les effets d'interaction positifs liés au fait que l'augmentation de la taille du système (et donc du nombre d'automobilistes) améliore l'offre de services offerts aux membres du système (comme par exemple, le nombre de garages, de stations-services, de supermarchés, de kilomètres de réseaux routiers). D'après ces travaux, les effets positifs étant supérieurs aux effets négatifs, il y a donc une incitation croissante pour les non-automobilistes à rejoindre le club des automobilistes. La dépendance automobile se caractérise alors par le préjudice (en terme d'accessibilité notamment) causé au non-automobiliste par rapport aux avantages dont bénéficie l'automobiliste, préjudice qui l'incite à rejoindre le club des automobilistes. Dans le cas contraire, elle se caractérise par le préjudice potentiel causé à un automobiliste souhaitant ou étant obligé de sortir du système automobile.

Pour maîtriser la dépendance automobile, Dupuy (1999) revient sur différentes stratégies possibles (laisser-faire, volontarisme, économisme notamment) et sur leurs limites en terme de réduction de l'usage de l'automobile. Concernant la relation de causalité « densité urbaine => diminution de l'usage de l'automobile », Dupuy (2002) montre qu'une densification de l'espace urbain n'aurait pas nécessairement les effets escomptés en terme de réduction des déplacements automobiles. L'auteur montre en effet que les mécanismes à l'œuvre entre densité urbaine et dépendance automobile sont complexes et non univoques et qu'une densité accrue pourrait augmenter la dépendance automobile.

1.1.2 L'ambivalence de la remise en cause de la place de l'automobile dans les politiques locales de planification et de gestion des déplacements urbains

Bien que les politiques locales de déplacement aient pour volonté affichée de réduire le trafic automobile, plusieurs travaux de recherche ont montré leur ambivalence. L'analyse des projets de déplacements urbains montre en effet que si les acteurs portant ces projets cherchent à protéger la ville de l'automobile et des nuisances qu'elle génère, ils souhaitent en même temps, une ville attractive, accessible, et particulièrement bien connectée aux réseaux de transports (dont notamment les réseaux routiers). D'après Hernandez et *al.* (2005), si « dans les PDU, les projets relatifs aux modes doux et aux usagers vulnérables sont mis en avant, en réalité, la circulation automobile, et les logiques de flux restent déterminantes dans l'organisation de la circulation » (Hernandez et *al.*, 2005, p.12). Sur la base de l'analyse de trois terrains : le Pays d'Aix en Provence, le Pays d'Aubagne et la métropole Grenobloise, ces auteurs montrent que pour chaque terrain les logiques de flux et de mobilité, associées à celles d'attractivité et de développement économique prévalent. Hernandez et *al.* notent, comme nous l'avons mentionné plus haut que : « alors que les centres-villes sont protégés de l'automobile au nom du développement durable, de nouvelles rocade routières sont bouclées, pour faire face à la congestion liée à l'attractivité urbaine » (Hernandez et *al.*, 2005, p.11).

Cette recherche d'attractivité des villes peut s'expliquer par une véritable compétition entre les villes. D'après Le Galès (1995), il existe en effet depuis le retrait de l'Etat des politiques urbaines, une véritable logique de compétition entre les villes et celle-ci joue un rôle de plus

en plus important pour obtenir des investissements publics et privés. « Cette logique de compétition a touché des politiques locales comme la culture, la communication, l'aménagement, l'urbanisme et bien entendu le développement économique. La mise en place de festivals de prestige, le lancement de grands projets de transports urbains sont bien plus révélateurs de cette logique de compétition que les budgets inscrits sous la ligne développement économique » (Le Galès, 1995, p.72). Au nom de cette logique de compétition, et pour être attractives, les villes se doivent d'être à la fois durables (espaces piétonniers importants, réseaux cyclables, espaces verts, *etc.*) mais aussi d'être particulièrement bien reliées aux réseaux de transports, (notamment les réseaux routiers) et accessibles rapidement. Cela se traduit concrètement dans les centres villes par la réalisation d'aménagements destinés aux modes doux (marche, bicyclette, *etc.*). En périphérie, cela se manifeste par des projets de construction d'infrastructures routières à haut niveau de service (de type autoroutier notamment) permettant d'écouler des trafics importants à des vitesses élevées (Hernandez et *al.*, 2005).

Ces auteurs montrent par exemple, pour le cas de la métropole Grenobloise, qu'à l'échelle de la ville de Grenoble, les enjeux importants sont : la protection du centre-ville vis-à-vis du trafic automobile, notamment sur les grands boulevards, et la reconquête par les piétons des quais de l'Isère. Plusieurs projets d'aménagement sont donc prévus afin de dissuader l'usage de l'automobile en ces lieux. La mise en service d'une troisième ligne de tramway en est un exemple. En parallèle, à l'échelle de l'agglomération, la communauté de communes prévoit la construction d'une section d'autoroute urbaine permettant de « boucler » la rocade de contournement de l'agglomération. L'enjeu est alors d'assurer une meilleure accessibilité entre les différents territoires de l'agglomération mais aussi entre la ville de Grenoble et l'extérieur. A ce projet de rocade Nord, s'ajoute d'autres projets routiers, dont notamment la création de nouveaux échangeurs ou l'augmentation de la capacité des échangeurs existants. D'autre part, l'augmentation de la capacité (notamment par le biais d'une augmentation du nombre de voies) de certains tronçons de la rocade existante est également envisagée.

Les observations faites sur les deux autres terrains (le Pays d'Aix en Provence et le Pays d'Aubagne) amènent les auteurs aux mêmes conclusions : si les projets d'aménagement relatifs aux modes doux sont dans les Plans de Déplacements Urbains particulièrement mis sur le devant de la scène, la circulation automobile et les logiques de flux demeurent déterminantes dans l'organisation de la circulation. Bien entendu, on ne peut tirer une conclusion générale sur la base de cette seule recherche et dire que les politiques locales d'organisation des transports reproduisent toutes le même schéma⁷. Néanmoins, cela montre bien qu'on peut s'interroger sur les écarts possibles entre la rhétorique habituelle sur les modes doux et les actions d'aménagements réellement réalisées. Par conséquent même si les modes doux sont souvent mis en avant, le trafic automobile risque de poursuivre sa progression dans les villes. Là encore, on voit que la ville et l'automobile risquent à l'avenir de continuer à cohabiter.

⁷ Bien que par exemple dans le cas de la ville de Nantes, les observations de Luneau (2003) semblent indiquer le même schéma. En parallèle d'une amélioration du système de transports publics, notamment par la mise en service de nouvelles lignes de tramway, la communauté urbaine de Nantes souhaite doubler le boulevard périphérique au nom d'une meilleure accessibilité et d'une meilleure fluidité.

D'autres alternatives pour réduire la dépendance automobile sont parfois évoquées. La substitution des télécommunications immatérielles aux déplacements physiques a déjà fait l'objet de nombreuses expérimentations. Ce type de télécommunications présente l'avantage d'être plus rapides, moins onéreuses et dépourvues d'externalités négatives. Malgré les technologies actuelles de télécommunications, le taux de substitution demeure faible (de l'ordre de 15% d'après Weiner, 1993, cité par Dupuy, 1999). Une autre alternative est également souvent évoquée : remplacer les déplacements individuels en voiture par le transport collectif. Mais dans quelle mesure la substitution des transports collectifs à l'automobile constitue-t-elle un moyen pour réduire la dépendance automobile ? Et dans l'hypothèse d'un report modal massif vers les transports en commun, les transports publics constituent-ils un mode de transport sûr ? Nous tenterons ci-dessous d'apporter quelques éléments de réponse à ces deux interrogations.

1.1.3 Un transfert de l'automobile vers les transports publics est-il envisageable ? Un tel transfert serait-il porteur de sécurité ?

Les transports en commun constituent-ils un mode de transport permettant de réduire la dépendance automobile ? Comme le montre Dupuy (1999), si le transport public peut générer des effets d'interaction positifs comme un effet de club (plus le club comporte de membres, plus les services offerts à ces membres s'améliorent, ce qui engendre l'adhésion de nouveaux membres, ce qui améliore à nouveau l'offre de services et ainsi de suite) et un effet de réseau (plus la circulation sur le réseau est grande, plus les moyens alloués à l'amélioration du réseau sont grands, plus la circulation croît et ainsi de suite), ces effets ne sont, dans la majorité des cas, pas suffisants pour compenser ceux liés à l'expansion du système automobile.

Les observations de la substitution des transports en commun à l'automobile dans les principales villes françaises ayant une politique volontariste en matière de transport public⁸ vont dans ce sens. Dans la ville de Nantes par exemple, pionnière depuis un siècle en matière de transports en commun, les déplacements automobiles continuent d'augmenter, passant de 58,6 % des déplacements en 1997 à 61,6 % en 2002 (AURAN, 2003). Dans le même temps, les déplacements en transports en commun diminuaient passant de 14,2 % en 1997 à 13,9 % en 2002⁹ malgré une augmentation de 11 % de l'offre entre 1997 et 2001 (Luneau, 2003). Cette évolution de la part de l'automobile par rapport aux transports publics est encore plus marquée à mesure que l'on s'éloigne du centre-ville. Selon la même enquête (AURAN, 2003), les déplacements à l'intérieur de la couronne périurbaine sont effectués dans 75,7 % des cas en voiture tandis que la part des transports publics s'érode à 9,7 %. Les trois scénarios élaborés à l'horizon 2010 par l'Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise montrent que, même dans le cas d'une réduction de la part de l'automobile au profit des transports en commun, le nombre de déplacements automobiles à l'intérieur de l'agglomération nantaise continuerait de croître pour atteindre 1220000 (contre 1109000 en 1997) du fait de l'augmentation globale du nombre de déplacements tous modes confondus.

⁸ Hormis le cas de la ville de Paris.

⁹ Concernant les autres modes, la part de la marche à pied dans les déplacements est passée de 22,8 % en 1997 à 20,6 % en 2002. Pour les deux-roues, la part dans les déplacements est passée de 3,8 % en 1997 à 2,2 % en 2002.

La situation semble, d'après un rapport de la cour des comptes sur les transports urbains, être la même pour la grande majorité des agglomérations françaises ayant mis en place un réseau de transports en commun en site propre, hormis le cas particulier de la ville de Paris qui, entre 2001 et 2005 a vu la part de l'automobile dans les déplacements diminuer de 13 %¹⁰. Mais là encore, s'il on prend en compte les déplacements effectués sur l'ensemble de la région Île de France, on s'aperçoit que depuis 25 ans, malgré une politique relativement volontariste en matière de transports en commun, la part de la voiture particulière poursuit sa progression tandis que la part des transports publics régressent. L'enquête globale Transports (Direction des Transports Terrestres, 2004) montre que parmi les déplacements utilisant des modes mécanisés en région Île de France, la part de la voiture particulière est passée de 55,3 % en 1976, à 65,5 % en 1991 et à 66,7 % en 2001 tandis que la part des transports publics est passée de 33,6 % en 1976, à 30,4 % en 1991 et à 29,4 % en 2001, et cela dans un contexte d'augmentation de la mobilité des franciliens. Malgré un rééquilibrage au cours de la dernière décennie en faveur du transport public, la voiture particulière poursuit donc sa progression en Île de France. Concernant les villes de province, la cour des comptes est tout aussi pessimiste : « La part des transports publics de voyageurs dans le total des déplacements au sein des aires urbaines continue de baisser [...], on relève donc une forme d'impuissance relative des politiques publiques engagées en matière de mobilité urbaine, la tendance restant au recours accru à la voiture individuelle ».

D'autre part, Orfeuil (2000) démontre les faibles potentiels de transferts modaux sur le marché des déplacements locaux. L'auteur distingue dans un premier temps les petits déplacements (inférieurs à 3 kilomètres) pour lesquels l'automobile est utilisée dans un cas sur deux. Si cela suggère des potentiels de substitution très importants, les petits déplacements représentant près d'un déplacement sur trois, Orfeuil rappelle qu'en terme de distance parcourue, les circulations induites par les déplacements à courte distance ne représentent que 2,5 % des circulations totales. Par ailleurs, une partie de ces déplacements n'étant pas évitables (puisque s'insérant dans des chaînes de déplacements par exemple), l'auteur évalue à 25 % la part de ces circulations évitables. Concernant les déplacements de/vers les villes centres (hors déplacements de moins de 3 kilomètres) et pour lesquels les transports publics ont le meilleur potentiel, Orfeuil estime que près de 80 % de ces déplacements sont effectués en automobile. L'auteur évalue à moins de 4 % la part de ces circulations évitables par un transfert vers les transports publics et cela notamment du fait de la faible élasticité de la clientèle à l'offre de transports en commun. Enfin, concernant certains types de déplacements, comme ceux des déplacements de banlieue à banlieue dans les grandes agglomérations ou les déplacements externes, Orfeuil évalue là encore un potentiel d'évitement très faible.

Au total, il ressort de ces analyses que les actions régulatrices des pouvoirs publics basées sur le développement important d'offres de transports alternatives (transport public, réseau cyclable, *etc.*) ne pourraient modifier le niveau de circulation automobile en France que de façon marginale (de l'ordre de 2 % des circulations automobiles totales). Concernant les déplacements automobiles en ville, Orfeuil (2000) évalue qu'en terme de report modal, la marge de manœuvre ne dépasse pas 10 % à 15 %. L'auteur insiste sur le fait que si cette part non négligeable des circulations est évitable, elle sera en revanche difficile à obtenir car

¹⁰ *Le Monde*, *Le plan Delanoë pour combattre la voiture à Paris*, 29 novembre 2005, pp.24-25.

« aucun levier simple, aux effets indiscutables et ciblé sur les catégories d'usage et d'usagers en situation de choix ne s'offre à l'action publique » (Orfeuillat, 2000, p.123).

D'autres travaux de recherche vont dans ce sens. Récemment, on peut par exemple citer les travaux de Massot et *al.* (2006). Les auteurs évaluent dans les villes de Lyon et Paris l'importance du changement possible en terme de partage modal et cela à mobilité inchangée. Pour différents scénarios correspondant pour chacun d'entre eux à un niveau d'offre de transports publics différent, les auteurs évaluent par le biais d'un modèle de simulation numérique, l'ampleur possible des transferts modaux. L'objectif de cette recherche n'est pas d'évaluer précisément quel sera le partage modal dans tel ou tel scénario mais d'évaluer les bornes supérieures et inférieures de ce partage modal. Les conclusions de cette recherche montrent que la marge de manœuvre dont disposent les politiques publiques, dont l'objectif est la réduction de l'usage de l'automobile, demeure faible et cela même dans le cas d'une amélioration notable de l'offre de transports publics.

En conclusion il ressort de ces différentes recherches qu'un faible transfert modal, de l'automobile vers les autres modes de transports (marche, bicyclette, transport public, notamment) est envisageable à moyen terme. Cette conclusion va également dans le sens d'une relative pérennité de la place de l'automobile dans la ville et les espaces urbains.

Par ailleurs, du strict point de vue de la sécurité routière, transférer tout ou partie du trafic automobile vers les transports collectifs ou vers la marche ou le deux-roues est-il porteur de sécurité ?

On admet généralement que les transports publics, la pratique du vélo ou de la marche contribuent à diminuer l'insécurité routière en réduisant le trafic automobile. Bien qu'il n'existe à notre connaissance que très peu de recherches évaluant l'effet sur la sécurité routière d'un transfert modal de la voiture vers les transports publics, la marche ou le deux-roues, les résultats de Allsop et Turner (1986) semblent néanmoins aller dans ce sens. Les auteurs ont étudié l'effet inverse, c'est-à-dire l'effet sur la sécurité d'un transfert modal des transports publics vers les autres modes suite à de fortes hausses tarifaires concernant les transports publics. Les auteurs ont en effet étudié dans le cas du Grand Londres, l'incidence sur la sécurité routière d'une diminution de la fréquentation des transports publics et cela suite à un quasi-doublement du prix du billet (augmentation de 90 % du prix) en mars 1982. Leurs résultats indiquent une augmentation significative des victimes de la circulation après la hausse des tarifs et cela notamment pour les usagers de deux-roues, de voiture de tourisme et de taxis. Cependant, une évaluation ultérieure, toujours sur le Grand Londres a montré que les effets d'une baisse tarifaire de 25 % environ n'ont pas entraîné de réduction des accidents ni des victimes de la circulation routière (Allsop et Robertson, 1994, cité par Elvik et Vaa, 2004). Les travaux de Boot et *al.* (1982) cités par Elvik et Vaa (2004) vont dans le sens d'un effet favorable d'un transfert modal vers les transports en commun. Les auteurs ont évalué les effets sur l'insécurité routière d'une grève des transports publics à la Hague aux Pays-Bas durant une période de quinze jours (du 7 au 21 mai 1981). La comparaison de l'accidentologie durant cette période de grève à celle de la même période des trois années précédentes, montre une augmentation significative des accidents corporels (augmentation de 18 %) et matériels (augmentation de 31 %) pendant la période de grève. Boot et *al.* précisent que l'augmentation

des accidents corporels concerne essentiellement les utilisateurs de deux-roues (cyclistes, cyclomotoristes et motocyclistes) tandis que l'augmentation des accidents matériels concerne essentiellement les usagers de voiture particulière.

Cependant, aucune de ces études ne permet d'évaluer les effets de long terme d'un accroissement de l'attractivité des transports collectifs, celui-ci pouvant favoriser des trajets plurimodaux et avoir des incidences pas nécessairement positives sur les choix résidentiels et l'étalement urbain.

En outre, lorsqu'on compare les risques relatifs de blessures pour les usagers de différents modes de transports, les choses apparaissent moins clairement. Le tableau ci-dessous est traduit de la référence Elvik et Vaa (2004). Il fournit pour chaque mode de transport et cela dans six pays européens, le risque relatif d'être blessé pour l'utilisateur du mode considéré et cela par rapport au risque du conducteur de véhicule particulier (égal à 1).

Risque relatif de blessures dans six pays européens (Risque du conducteur de véhicule particulier = 1)						
Mode de transport	Norvège	Danemark	Suède	Pays-Bas	Allemagne	Grande Bretagne
Marche	4.35	6.65	4.13	6.07	3.50	7.15
Bicyclette	3.90	7.76	5.73	5.67	9.50	14.02
Cyclomoteur / Motocyclette	8.30	29.94	17.87	197.60	31.25	20.26
Conducteur de voiture	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Passager de voiture	0.75	1.94	0.87	1.13	1.50	1.25
Bus	0.25	0.12	0.13	0.20	0.13	0.59
Tramway	0.60	-	0.87	0.02	0.25	-
Train	0.05	0.04	0.13	0.02	0.05	0.22

Tableau 1 : Risques relatifs de blessures pour différents modes de transports dans six pays européens
(Source : Elvik et Vaa, 2004, p.213)

Pour chaque pays, on remarque que le risque relatif de blessures est bien supérieur pour les usagers de deux-roues et pour les piétons par rapport aux usagers de voiture de tourisme. On constate également que le risque des usagers de transport en commun est inférieur dans tous les pays à celui des usagers de voiture de tourisme. Par conséquent, il semble raisonnable de penser que le nombre de victimes des accidents de la route pourrait être abaissé si une plus grande part des déplacements était effectuée en transports en commun, et si une part plus réduite d'entre eux était effectuée par des moyens de transports privés.

Il convient cependant de rester prudent sur ces conclusions dans la mesure où les transports en commun ne peuvent être utilisés pour effectuer des déplacements « de porte à porte » contrairement aux autres modes. Par conséquent, dans ces chiffres, un piéton victime d'un accident lors d'un trajet domicile - arrêt d'autobus par exemple, sera comptabilisé dans les victimes en tant que piéton et non en tant qu'utilisateur de transport public, ce qui conduit sans doute à une sous-estimation du risque des déplacements utilisant au moins une fois les transports en commun. Transférer les trajets automobiles (relativement peu risqués par rapport aux autres modes de transports privés) vers les transports publics nécessitant un trajet initial et

terminal utilisant soit la marche, le deux-roues ou la voiture particulière, n'est donc pas, du point de vue de la sécurité, nécessairement positif.

C'est pourquoi quelques recherches ont été entreprises sur le sujet et prenant en compte cette fois les trajets « de porte à porte » ainsi que les différents modes de transport utilisés de l'origine du déplacement à sa destination. Les travaux de Forsström (1982) cités par Elvik et Vaa (2004) portent sur l'analyse du risque de blessure pour les trajets « de porte à porte » dans la ville de Göteborg. L'auteur montre que le risque de blessure est 12 % plus élevé pour les usagers empruntant pour la majeure partie de leur déplacement un mode de transport public, par rapport à ceux utilisant un mode de transport privé. Forsström montre que les piétons, et les usagers de deux-roues pourraient réduire le risque de blessure en utilisant les transports publics. En revanche, d'après l'auteur, un transfert modal des usagers de voiture particulière vers les transports publics se traduirait par une augmentation du risque, du fait du trajet effectué à pied au début et à la fin du déplacement. Les travaux de Hagen et Ingebrigsten (1993) cités par (Elvik et Vaa 2004) vont également dans ce sens. Les auteurs étudient le nombre potentiel de blessés pouvant être évités dans le comté de Akershus en Norvège par un transfert des utilisateurs de voiture vers le bus et le train. Etudiant uniquement les trajets pour se rendre sur le lieu de travail, les auteurs montrent qu'un transfert de l'automobile vers le bus ne conduirait pas à une diminution du nombre de blessés. En revanche le passage de la voiture au train (pour les trajets à plus longue distance) pourrait permettre de diminuer le nombre de blessés, surtout si le déplacement pour se rendre à la gare est effectué en voiture.

Pris dans leur ensemble, les travaux que nous venons d'évoquer suggèrent qu'un transfert modal des modes de transports privés et notamment de l'automobile vers le transport public n'est pas nécessairement porteur de sécurité en soi. Les transports publics nécessitent en effet souvent un trajet initial et final utilisant soit la marche, soit le deux-roues. Or ces modes de déplacements présentent un niveau de risque très considérablement supérieur à celui de l'automobile¹¹. D'autre part, plusieurs travaux de recherches ont montré que les transports en commun pouvaient poser des problèmes de sécurité routière. Par exemple, les travaux de Hvoslef (1973, 1974) et de Blakstad (1990) cités par Elvik et Vaa (2004) comparent le taux d'accident de routes et rues supportant une circulation de véhicules de transport en commun (bus et tramways) avec des routes et rues n'étant pas utilisées par des véhicules de transports en commun. Leurs résultats montrent que les voies supportant un trafic de véhicules de transports publics sont globalement caractérisées par un taux d'accident plus élevé, notamment celles supportant un trafic à la fois de bus et de tramways. D'après les auteurs, cela peut en partie s'expliquer par le fait que les transports publics génèrent un trafic de piétons plus important sur ces voies que sur celles ne supportant pas de trafic de véhicules de transports en commun. Ils interprètent également ces différences par le fait que les véhicules

¹¹ Notons cependant que certaines des recherches que nous avons évoquées tiennent compte des chutes dans le calcul du risque de blessures des piétons (la chute d'un piéton seul n'étant habituellement pas considérée comme un accident de la circulation dans les statistiques officielles) et usagers de deux-roues. Or ces recherches concernent toutes des pays d'Europe du Nord où la neige et le verglas peuvent contribuer à la génération de chutes. Leurs résultats ne sont donc pas directement transposables au cas de la France. Les calculs d'indicateurs de risque pour les différents modes de transports en France révèlent cependant des ordres de grandeur globalement proches (voir ONISR, 2005).

de transports en commun (et notamment les tramways) peuvent plus difficilement, du fait de leur inertie particulière, effectuer des manœuvres d'urgence que les autres types de véhicules.

D'autres travaux (voir par exemple Hedelin *et al.*, 1996, 2002 ou Cameron *et al.*, 2001) portant plus spécifiquement sur le milieu urbain montrent également que les transports en commun peuvent poser directement des problèmes de sécurité. Par exemple, dans la ville de Göteborg, même si l'on écarte l'accident catastrophique du 12 mars 1992 (10 piétons tués), les piétons tués dans les accidents impliquant des tramways représentent 36 % (16 sur 44) de l'ensemble des piétons tués dans les accidents de la circulation dans cette ville (Hedelin *et al.*, 1996). Brenac et Clabaux (2005) montrent également que les véhicules de transports publics et notamment les autobus peuvent poser des problèmes de sécurité mais cette fois de façon indirecte (notamment : bus constituant un masque à la visibilité lors de la traversée d'un piéton ; traversée d'un piéton pour « attraper son bus »). A travers l'exemple d'une ville d'environ 110000 habitants, les auteurs montrent, en s'appuyant sur l'analyse approfondie des procédures d'accidents, que l'influence indirecte des véhicules de transports publics dans la production d'accidents ne les impliquant pas directement est loin d'être négligeable (de l'ordre de 2,2 % des accidents corporels recensés dans la ville étudiée, qui viennent en sus des 1,4 % de cas d'accidents corporels où un bus est directement impliqué).

1.1.4 Conclusion de la section 1.1

En conclusion, nous avons vu à travers les travaux relatifs à la dépendance automobile, aux politiques locales de déplacement, et au faible potentiel de transfert modal entre l'automobile et les autres modes de déplacement, que la ville et l'automobile sont amenées à l'avenir à continuer à cohabiter. Par conséquent, s'intéresser aux accidents de la circulation routière résultant de cette cohabitation et aux méthodes et techniques susceptibles d'éviter leur reproduction comporte un intérêt réel. Enfin, nous avons vu que même dans le cas d'un transfert modal de l'automobile vers les autres modes de transport (et notamment vers les transports publics), celui-ci ne serait pas nécessairement porteur de sécurité. D'autre part, nous avons vu ci-dessus que les transports publics pouvaient également poser des problèmes de sécurité. Ce qui renforce l'intérêt de notre travail dont l'un des objectifs est d'accumuler un ensemble de connaissances nouvelles sur les phénomènes d'insécurité routière en ville et sur leur prévention. Plusieurs travaux de recherche ont par ailleurs montré que ces phénomènes d'insécurité diffèrent selon l'environnement urbain dans lequel ils se produisent et que par conséquent les moyens d'actions ne sont pas nécessairement les mêmes pour les différents types d'environnements urbains. Nous revenons au point suivant sur ces différences mises en évidence dans quelques travaux de recherche et sur les conséquences que cela peut avoir pour l'action.

1.2 Des phénomènes d'insécurité et par conséquent des principes d'actions qui diffèrent selon les territoires urbains

Différents travaux de recherche en psychologie cognitive ont montré l'importance du « facteur humain » dans la genèse des accidents de la route. Mais si « l'erreur humaine » (ou

plus précisément l'erreur de l'opérateur humain final : le conducteur par exemple) est souvent identifiée comme intervenant dans près de 80 – 90 % des accidents (Salminen et Tallberg, 1996) il convient de ne pas s'arrêter à cette constatation. L'erreur humaine n'est pas la cause des accidents, mais la conséquence de dysfonctionnements qui se situent en amont (Van Elslande, 2000). En d'autres termes, elle n'est pas la cause du dysfonctionnement du système de circulation mais le symptôme, le signe. (Van Elslande et Fouquet, 2005). Plusieurs recherches se sont penchées sur les mécanismes et sur les différents éléments touchant à la fois le conducteur, le véhicule et le couple environnement / infrastructure qui contribuent à la génération de ces erreurs. Récemment, les travaux de Van Elslande et *al.*, (2005) portant sur l'analyse clinique de plus de 250 cas d'Etudes Détaillées d'Accidents urbains ont montré que l'infrastructure et son environnement contribuent à la production des défaillances des conducteurs dans plus de 45 % des accidents. Les travaux de Van Elslande et Fouquet (2005) montrent que ces défaillances ne sont pas nécessairement les mêmes selon le type de voirie urbaine sur lequel circule l'utilisateur ou selon l'environnement urbain dans lequel il évolue. Les auteurs montrent par exemple que les défaillances de perception et de décision se produisent davantage sur les voiries de desserte tandis que les défaillances de diagnostic et de pronostic sont plus souvent identifiées sur les voiries principales et notamment les axes de transit. Pour chaque type de défaillance fonctionnelle, les auteurs apportent quelques éléments pouvant expliquer leur sur-représentation sur certains types de voiries. Par exemple, les défaillances de type « non détection d'un autre usager dans des situations de visibilité contrainte » se produisent davantage sur des voiries de desserte, ceci pouvant s'expliquer par le fait qu'il s'agit de voiries souvent bordées de stationnement, avec un bâti souvent proche de la chaussée, ces éléments pouvant alors constituer des masques à la visibilité.

D'autres travaux portant non pas sur l'une des phases critiques de l'accident, à savoir la situation d'accident, mais sur le déroulement de l'accident dans son ensemble ou sur certaines caractéristiques descriptives de l'accident en lien avec l'environnement, montrent également que l'insécurité routière diffère selon les environnements urbains dans lesquels les accidents se produisent. On sait par exemple que la densité des accidents est beaucoup plus importante dans les centres villes que dans les périphéries. Lorsqu'on rapporte le nombre d'accidents au trafic, à la population ou à la longueur des réseaux, les tendances restent les mêmes : les zones urbaines denses sont la scène d'un risque d'accident plus important que les périphéries peu denses (voir par exemple Huguenin-Richard, 2000, cité par Brenac et Millot, 2002). Ces différences peuvent notamment s'expliquer par l'importance des déplacements de tous modes dans les centres villes mais aussi par leur importante intrication, génératrice de conflits (Brenac et Millot, 2002). En revanche, on sait également que la gravité des accidents est globalement plus importante dans les zones périphériques peu denses que dans les centres denses, ceci pouvant s'expliquer par les différences de niveaux de vitesse pratiquée.

On sait également que les voiries urbaines situées dans des zones commerçantes génèrent des risques d'accidents plus élevés et spécifiques (voir par exemple, Engel, 1986 ; ou Lawson, 1986 cité par Brenac et Millot, 2002). Par exemple, l'étude de Lawson (1986) portant sur des voies radiales de la ville de Birmingham montre que les voiries bordées de commerces sur au moins un côté, donnent lieu à davantage d'accidents (de tous types) par rapport aux voies bordées d'habitat, celles-ci étant par ailleurs caractérisées par un niveau d'insécurité routière plus élevé par rapport aux voies situées dans un environnement industriel. Les auteurs ont

contrôlé pour chaque type de voie, les effets d'autres variables comme par exemple le trafic, la largeur de chaussée, *etc.* Comme le mentionne Brenac et Millot (2002), ce sur-risque des voies commerçantes ne peut être expliqué seulement par les flux de piétons importants dans ce type de lieu. En effet Engel (1986) mesure au Danemark le risque de blessure pour les différentes catégories d'usagers, rapporté à l'exposition en personnes x kilomètres, et cela sur différents types de voiries. Les résultats montrent que ce risque est particulièrement élevé pour les piétons et les cyclistes sur ce type de voirie.

Plus récemment, une recherche française (Millot 2000) portant sur la ville de Salon de Provence montre également l'importance de la densité de commerces dans la détermination du niveau d'insécurité d'une voie. L'auteur montre, tout en contrôlant un certain nombre de variables (comme le trafic, les caractéristiques des voies, la densité du bâti, *etc*) que les voies commerçantes sont caractérisées par un risque d'accident supérieur par rapport aux autres types de voies, notamment pour les piétons.

S'il semble que certains environnements soient plus « sensibles » au trafic automobile que d'autres, certaines recherches montrent également que des différences peuvent apparaître entre environnements de même type mais caractérisés par des activités différentes. La recherche de Millot (2000) précédemment citée a par exemple permis de montrer qu'il était important de prendre en compte la nature des commerces et activités bordant les voies étudiées. Par exemple, si les voies bordées de commerces de proximité génèrent un risque plus élevé qu'elles soient situées en centre-ville ou en périphérie, les voies pénétrantes à deux voies situées en périphérie et dans des environnements de grandes surfaces commerciales sans habitat à proximité, donnent lieu à des risques modérés. D'autre part, la faiblesse des circulations de deux-roues et de piétons engendre une gravité moindre que sur les pénétrantes situées dans un environnement résidentiel (Millot et Brenac, 2001).

Concernant les environnements urbains denses et la périphérie peu dense, les travaux de Clabaux et Brenac (2005b) soulignent les différences dans les scénarios types d'accidents se produisant dans ces deux types d'environnements urbains. Les auteurs montrent à partir de l'analyse approfondie de 646 cas d'accidents urbains impliquant des usagers vulnérables (piétons et usagers de deux-roues) que certains scénarios types d'accidents sont significativement surreprésentés dans les espaces urbains centraux et sous-représentés en périphérie et que d'autres sont au contraire significativement surreprésentés en périphérie et sous-représentés dans les centres-villes. Par exemple, pour les accidents impliquant des piétons, les auteurs montrent que les accidents où un masque à la visibilité (souvent lié à des véhicules en stationnement, parfois à des murs d'habitation ou à du mobilier urbain) joue un rôle central, sont significativement surreprésentés dans les environnements urbains centraux et sous-représentés dans les environnements de périphérie. Cela suggère qu'en milieu urbain dense, les actions de prévention porteront davantage sur l'amélioration des conditions de visibilité (par une réorganisation et reconception du stationnement par exemple) ou sur la modération des vitesses (tous les masques à la visibilité n'étant pas supprimables en milieu urbain dense). Concernant les environnements de périphérie, les auteurs montrent que les accidents de piétons présents sur la chaussée et/ou longeant des voies sans accotements praticables sont significativement surreprésentés dans ce type d'environnement. Cela suggère que l'action de prévention dans les environnements urbains peu denses où se produisent ce

type d'accident, portera davantage sur l'aménagement de trottoirs (ou au moins d'accotements praticables). Pour les usagers de deux-roues, les auteurs mettent également en évidence des différences dans les phénomènes d'accidents entre environnements urbains denses et périphéries. Des conclusions relatives aux différences dans les moyens d'action sont également évoquées.

Les travaux de Tira et *al.* (1999) s'appuient également sur l'utilisation du concept de scénario type d'accident combiné avec l'utilisation de la cartographie. Les auteurs ont cartographié sur le réseau de circulation d'une ville d'environ 40000 habitants les principaux scénarios types d'accidents impliquant des piétons. Les résultats montrent là encore des différences dans les processus d'accidents et donc dans les moyens de prévention, selon les environnements urbains dans lesquels ils se déroulent. Par exemple, les auteurs montrent que les accidents impliquant des piétons traversant en confiance sur un passage piéton se produisent sur des voies urbaines de type pénétrante ou sur des itinéraires de transit contournant le centre et sont en revanche absents du centre-ville où les passages piétons sont pourtant plus fréquents. Ceci peut s'expliquer par le fait que les voies pénétrantes sont des voies larges et plutôt rapides où les passages piétons et les traversées de piétons sont moins attendus par les automobilistes et perçus plus tardivement.

D'autre part, un groupe d'experts de l'O.C.D.E (1979) a comparé des zones urbaines résidentielles caractérisées par des configurations différentes. Les auteurs ont comparé des zones dites « anciennes » et des zones dites « nouvelles ». Les zones de type anciennes sont situées à proximité des centres urbains et le trafic de transit ainsi que le stationnement de non résidents peuvent y être assez importants. Ces zones peuvent également être caractérisées par une certaine mixité des activités. Le réseau de voirie peut y être assez complexe, les voies étroites. Ces dernières peuvent également être un lieu de jeu pour les enfants résidant à proximité. Concernant les zones nouvelles, le réseau, fortement hiérarchisé, a été organisé de façon à limiter le trafic de transit. Une certaine attention a également été accordée aux espaces de jeu. Les auteurs mettent en évidence un taux d'accident plus faible notamment pour les enfants, pour les zones nouvelles par rapport aux zones de conception ancienne. Si cette différence peut en partie s'expliquer par des différences sociodémographiques, les auteurs insistent sur l'apport sécuritaire des nouvelles formes de planification des réseaux.

Plus récemment les travaux de Millot (2003) ont fait émerger des différences concernant les phénomènes d'accidents et concernant les mesures envisageables pour leur prévention, entre différentes formes urbaines résidentielles typiques (la forme d'habitat traditionnel, la forme de grand ensemble, la forme d'habitat pavillonnaire, la forme de conception « ville nouvelle »). D'un point de vue quantitatif, l'auteur montre qu'il n'existe pas de forme urbaine plus sûre que les autres puisque les taux d'accidents sont relativement proches. En revanche d'un point de vue qualitatif, les accidents diffèrent d'une forme à l'autre. Par exemple, les voies internes aux quartiers de type « habitat traditionnel » vont être fréquemment la scène d'accidents où le stationnement longitudinal (caractérisant ce type d'urbanisme) va jouer un rôle déterminant de masque à la visibilité. En revanche, ce type d'accident va être quasiment absent de la forme urbaine de conception « ville nouvelle », le stationnement étant souvent aménagé sous forme de parkings isolés des voies de circulation ou dans des espaces privés à proximité de zones d'habitat individuel. Pour chaque forme d'habitat, l'auteur décrit

l'accidentologie et des perspectives pour son traitement par l'aménagement sont évoquées. D'un point de vue opérationnel, ces travaux montrent bien que les principes d'actions d'aménagement ne peuvent être les mêmes dans tous les types d'environnements urbains et que ces principes à mettre en œuvre vont varier selon la forme urbaine dans lequel on se situe.

La présentation non exhaustive de ces travaux avait pour objectif de montrer que les phénomènes d'insécurité routière diffèrent d'un point de vue quantitatif mais aussi qualitatif selon les environnements urbains dans lesquels ils se produisent. Il en résulte aussi que les principes d'action ne peuvent être les mêmes dans tous les types d'environnements urbains. En effet, on sait par exemple que le concept de ségrégation qui consiste à séparer les différentes modes et usages peut apporter de la sécurité sur certaines grandes voiries de périphérie de ville, ou dans des quartiers résidentiels nouveaux (Stein, 1957, cité par Fleury, 1998 ; OCDE, 1979 ; Wolters, 1986). Wolters (1986) montre par exemple dans le cas d'un quartier résidentiel à Amsterdam qu'une telle conception peut aboutir à de très bons niveaux de sécurité routière. Dans ce quartier, le niveau du sol est réservé aux piétons et aux cyclistes tandis que la circulation automobile et des transports en commun est organisée à un niveau supérieur sur des ouvrages. Néanmoins, certaines réserves apparaissent concernant notamment la difficulté de surveillance policière de l'espace public ainsi que l'absence d'effet d'apprentissage du trafic par les jeunes enfants (Wolters, 1986, Brenac et Millot, 2002). Au contraire, le principe d'intégration (intégration des différents modes et usages sur le même espace) s'avère plus efficace dans les quartiers centraux ou sur des voiries bordées de nombreuses activités notamment (voir par exemple CETUR, 1990 ; Faure et de Neuville, 1992 ; CERTU, 1994).

En résumé, l'étude approfondie des phénomènes d'insécurité routière met en évidence leur dépendance étroite vis-à-vis de l'environnement urbain (formes urbaines, activités, situations, réseaux, espaces publics, *etc.*), et les réflexions sur les possibilités d'action en relation avec ces phénomènes d'insécurité routière différenciés (voir par exemple Clabaux et Brenac, 2005b) montrent bien que les moyens d'action sont à adapter à ces spécificités et aux spécificités de l'environnement urbain où ils sont mis en œuvre.

Ainsi, une connaissance fine des phénomènes d'insécurité routière en lien avec l'environnement urbain dans lequel ils se produisent, est nécessaire pour les gestionnaires et aménageurs de l'espace urbain pour mettre en œuvre des principes d'actions efficaces et bien adaptés au contexte.

Mais comment les praticiens peuvent-ils accéder à ces connaissances dans le cadre d'études de sécurité ou dans le cadre d'études intégrant parmi d'autres valeurs, la sécurité routière ? Quelles sont les méthodes existantes pour recueillir et analyser les informations pertinentes ? Sont-elles bien adaptées aux contraintes auxquelles ils doivent faire face ? Nous aborderons ces différents points dans le chapitre suivant.

Chapitre 2 :

Les méthodes de diagnostic de sécurité routière en milieu urbain

La partie la plus visible, car la plus médiatisée, de la politique publique de lutte contre l'insécurité routière est celle relative aux mesures nationales de répression et de communication destinées à infléchir les comportements de conduite, concernant notamment l'alcool, la vitesse, le port de la ceinture de sécurité. Bien que l'efficacité de ces mesures nationales, en particulier dans le domaine du contrôle et de la sanction, ait été établie, de nombreuses recherches mettent en évidence l'insuffisante durabilité de leurs effets sur le long terme (voir la revue présentée dans Brenac, 2004). De ce fait, il est également important que des politiques et des actions locales de sécurité routière, en particulier dans le domaine de l'aménagement, soient mises en œuvre, non seulement pour prendre le relais des mesures prises au niveau national mais aussi pour mettre en œuvre des actions différentes, de façon à répondre aux spécificités locales de l'insécurité routière.

Les politiques locales de sécurité routière se sont fortement développées à partir du début des années 1980 en raison de l'autonomie accrue des collectivités locales suite à la première vague de décentralisation. Le transfert au début de l'année 2006 de près des deux tiers du réseau routier national aux départements¹² renforcera vraisemblablement le rôle des collectivités locales en matière de politique de sécurité routière et accroîtra les besoins d'études locales de sécurité routière.

Des études locales de sécurité routière, préalables à la mise en œuvre de mesures locales, sont en effet nécessaires pour assurer l'efficacité des actions entreprises. L'expérience a montré la pertinence de ce type de démarche pour la prévention des accidents, notamment dans le cadre du traitement des points noirs (*cf. infra*). Comme nous le verrons plus loin, ces études reposent en grande partie sur l'analyse qualitative des processus d'accidents, qui en entrant dans le détail des phénomènes, permet d'en appréhender la complexité et de faire apparaître les effets de système, en particulier concernant les liens entre environnement, aménagements et comportements de conduite. L'analyse de la production de l'accident dans

¹² Loi n°2004-809 du 13 août 2004 relative aux libertés et responsabilités locales - Titre 2 - Chapitre premier - Article 18.

le cadre d'un modèle séquentiel considérant les différentes phases successives conduisant à la collision (Ferrandez et *al.*, 1995, Malaterre, 1990, Fleury, 1998, OCDE, 1984) permet en outre de prendre en compte dans l'analyse de l'insécurité, le rôle des composantes d'aménagement sur le point, sur la section, mais aussi des composantes géographiques et morphologiques des réseaux, de la répartition spatiale des activités, de l'urbanisme, *etc.* (Fleury et *al.*, 1991).

L'analyse des différentes phases du déroulement d'un accident de la circulation, en référence à l'analyse du déplacement, fait en effet apparaître les liens entre les différents niveaux d'intervention des gestionnaires de l'espace urbain et la production d'insécurité routière (*cf.* figure 2).

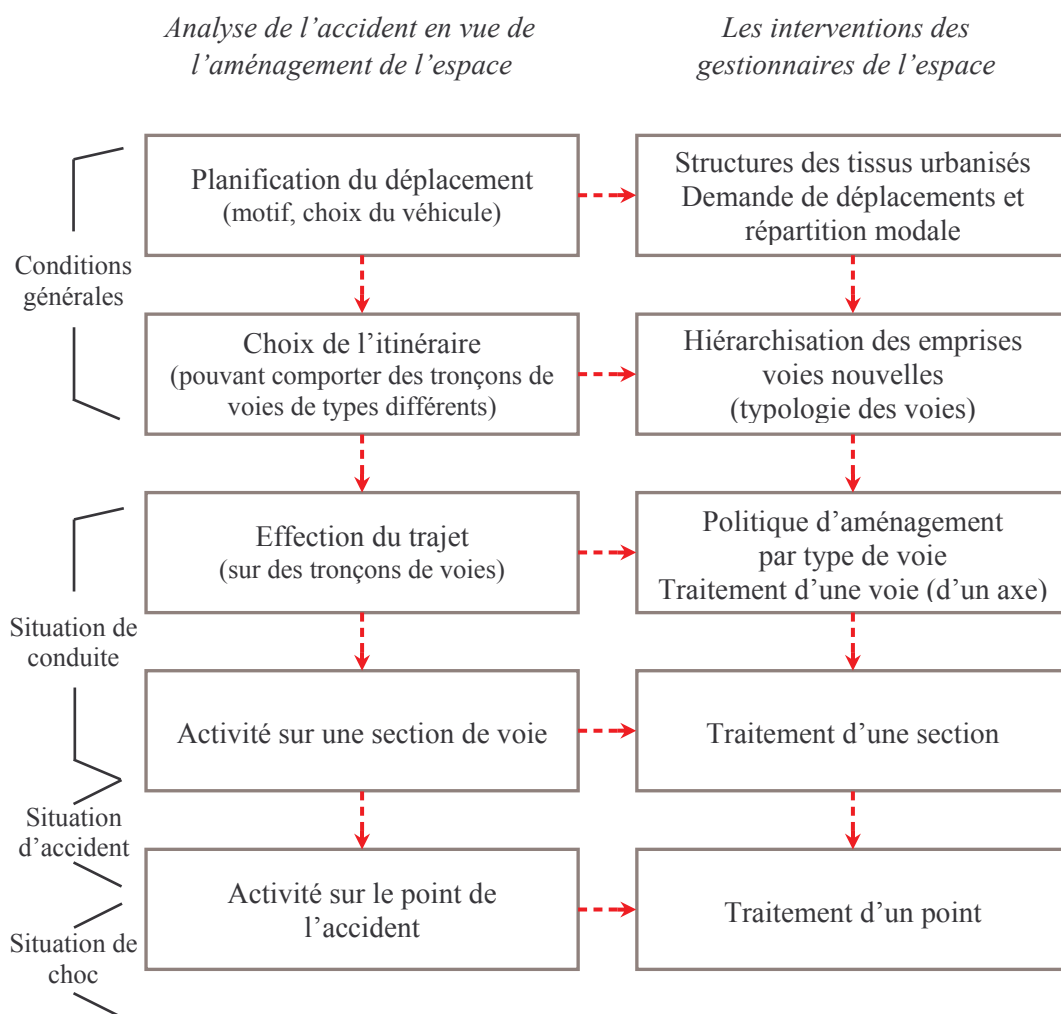


Figure 2 : Les différents niveaux d'intervention des gestionnaires de l'espace urbain selon les différentes phases de l'accident

(Source : Fleury, 1998)

Ces études locales de sécurité reposent donc sur la compréhension des processus à l'œuvre en vue d'identifier les modifications et actions susceptibles de contrecarrer ou d'infléchir ces

processus. Cette « compréhension des phénomènes orientée vers l'action » peut être rendue par le terme de diagnostic (*cf.* Hoc, 1993). Le diagnostic est en effet le préalable à tout traitement de prévention (Fleury et *al.*, 1991).

Concernant la France, les premiers « guides » méthodologiques relatifs aux diagnostics de sécurité routière ont été réalisés par l'ONSER¹³ en lien avec les différents Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) à la fin des années 1970 et cela en s'appuyant sur une grande expérience dans les investigations multidisciplinaires sur les zones d'accumulation d'accidents (voir notamment le Cahier d'Etudes ONSER n°48, Ferrandez et *al.*, 1979). Les éléments méthodologiques développés dans ce document sont aujourd'hui toujours d'actualité, notamment concernant l'importance de l'analyse des procédures d'accidents corporels des forces de l'ordre pour la compréhension des phénomènes d'accidents. D'après les études d'évaluation, ce type de démarche a abouti à des mesures de sécurité particulièrement efficaces et souvent pour des coûts relativement faibles (voir section 2.1 ci-après).

Ensuite, dans un contexte de développement du rôle des collectivités dans la gestion des réseaux de voirie et dans les politiques publiques de sécurité routière, des besoins de démarche d'études plus globales sont apparus. Sans remettre en question les démarches de type « points noirs », elles visaient à les compléter en intégrant la sécurité dans la conception et l'aménagement. Dans un premier temps, ces démarches ont porté sur des axes ou des itinéraires (voir par exemple le Cahier d'Etude ONSER n°55, Ferrandez et *al.*, 1982).

Par la suite, des approches plus globales portant sur des réseaux encore plus étendus (réseau d'une ville, d'un département par exemple) ont été développées. L'intérêt de ce type d'étude s'est accru avec la formalisation (sous l'impulsion de l'Etat) des politiques locales de sécurité routière depuis le milieu des années 80. Le contexte actuel en matière de planification des déplacements et notamment l'inscription de la sécurité routière comme l'une des priorités des plans de déplacements urbains renforce aujourd'hui l'intérêt de ce type de démarche.

L'objectif de ce chapitre est dans un premier temps de présenter à travers un examen de la littérature scientifique et technique, les méthodes de diagnostic existantes et recommandées pour permettre aux praticiens (selon leur niveau d'intervention) d'avoir une connaissance des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur leur territoire et pouvoir ainsi mettre en œuvre un ensemble d'actions de prévention. Nous distinguerons les méthodes de diagnostic de types « points noirs » portant sur des points particuliers d'accumulation d'accidents (section 2.1) des méthodes plus globales portant sur des axes, des itinéraires (section 2.2) voire sur des réseaux encore plus étendus (ville, département...) (section 2.3). Nous verrons dans un quatrième point (section 2.4) quelles sont en pratique les méthodes mises en œuvre par les praticiens. Sont-elles fidèles à celles recommandées dans les guides techniques ou par les chercheurs ? Si ce n'est pas le cas, pourquoi ? Les méthodes recommandées sont-elles bien adaptées au regard des difficultés auxquelles doivent faire face les praticiens ?

¹³ Organisme National de Sécurité Routière. L'ONSER a fusionné en 1985 avec l'IRT (Institut de Recherche sur les Transports) pour créer l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité).

2.1 Les démarches de diagnostic portant sur un site ponctuel

Un « point noir » (ou « zone d'accumulation ») est un lieu où se concentrent des accidents résultant d'un dysfonctionnement très localisé et relativement fréquent du système de circulation.

Les démarches d'analyse de « points noirs » portant sur des zones d'accumulation d'accidents ont été les premières à faire l'objet de formalisations méthodologiques. A la fin des années 1970, un premier Cahier d'études (Ferrandez et *al.*, 1979) portant sur les procédures d'analyse des zones d'accumulation d'accidents en agglomération a été publié par l'ONSER. Ce « guide » développe et illustre une méthode d'analyse de ces zones en s'appuyant sur l'expérience accumulée pendant de nombreuses années par des chercheurs de l'ONSER et par les Centres d'Etudes Techniques de l'Equipement sur les investigations pluridisciplinaires sur les zones d'accumulation. Ce guide propose une procédure d'analyse et de traitement de ces zones en six étapes, de l'analyse des accidents jusqu'aux propositions d'aménagement (voir la figure ci-dessous).

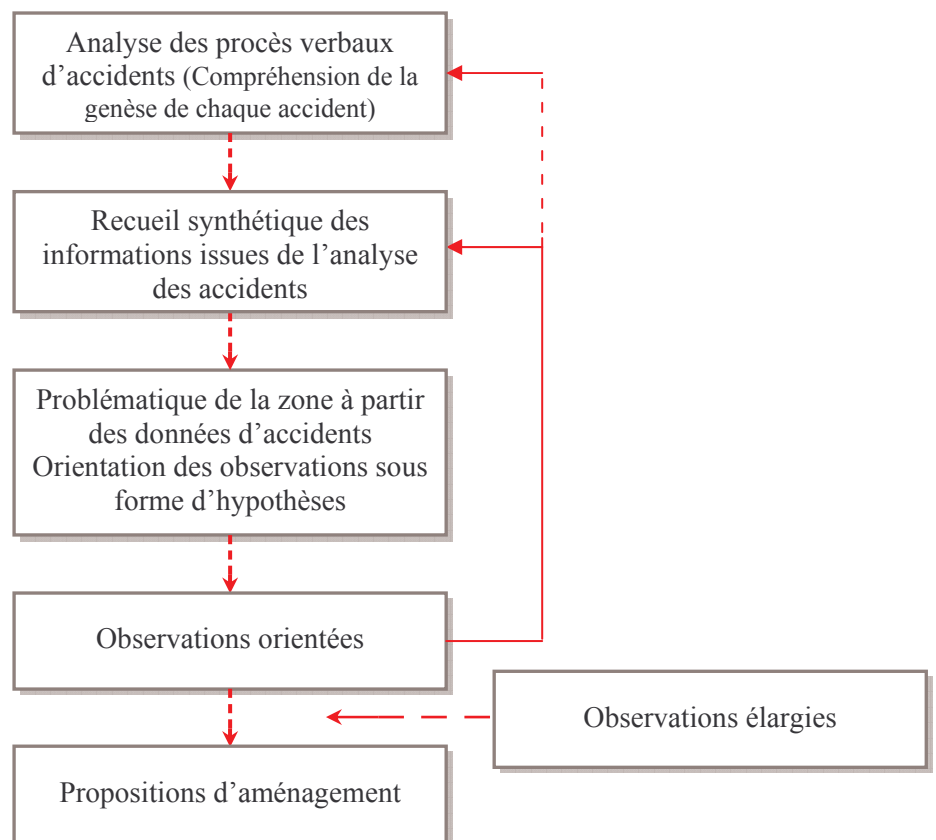


Figure 3 : Procédure d'analyse des zones d'accumulation d'accidents
(adapté de Ferrandez et *al.*, 1979)

La première étape consiste en une analyse approfondie des procès verbaux d'accidents¹⁴ afin de comprendre l'insécurité des lieux. A travers un exemple d'analyse d'une procédure d'accident corporel, les auteurs indiquent la démarche à suivre et les pièges à éviter. La deuxième étape consiste ensuite à constituer un document synthétique rassemblant les informations provenant de l'analyse des procès verbaux. D'après Ferrandez et *al.*, il doit contenir un schéma du site où sont localisés les accidents. Ensuite il se présente sous la forme d'un tableau comportant autant de lignes que d'accidents analysés. Pour chaque procès verbal, certaines caractéristiques descriptives de l'accident sont renseignées. Ensuite, certaines informations relatives au déroulement de l'accident et aux éléments explicatifs sont également renseignées. La troisième étape consiste, à partir de ce document, à synthétiser les problèmes de sécurité de la zone étudiée et ainsi à orienter les observations de terrain qui constituent la quatrième étape. Il s'agit ici de confronter par des observations, les hypothèses émises lors de l'analyse des procès verbaux d'accidents. Il peut par exemple s'agir de vérifier des distances de visibilité, d'observer les comportements des usagers par rapport à un feu tricolore, *etc.* Les auteurs distinguent ces observations orientées par l'analyse, des observations élargies qui vont porter sur d'autres problèmes, non liés aux accidents et pouvant par exemple générer des accidents matériels ou un inconfort pour les usagers. La cinquième étape consiste à définir le diagnostic des problèmes de sécurité du site étudié. Il s'agit d'une synthèse des principales difficultés de ce point. Ce diagnostic va orienter les propositions d'aménagement qui constituent la dernière étape de la démarche.

Ces propositions doivent, d'après les auteurs, se limiter à la résolution des problèmes de sécurité identifiés dans les étapes précédentes et cela pour deux raisons. La première est que cette limitation permet de réduire les coûts de l'intervention. La seconde est qu'elle permet aussi de limiter les modifications de comportements des usagers, ce qui permet de mieux contrôler les éventuels effets négatifs du réaménagement.

L'utilisation de ce type de démarche a conduit à des résultats très positifs en terme de réduction des accidents et souvent pour des coûts très limités. L'efficacité (réduction du nombre d'accidents et de victimes par unité monétaire investie) de ce type de démarche a en effet été démontrée par de nombreuses études d'évaluation¹⁵ (SETRA, CETUR, 1992 ; voir aussi Elvik et Vaa, 2004).

¹⁴ En France, les accidents corporels donnent lieu à des rapports de Police qui servent ensuite à la constitution d'enregistrements informatisés, lesquels alimentent le fichier national des accidents corporels (fichier BAAC). Ces enregistrements informatisés (une soixantaine de variables par accident) donnent des informations sur les circonstances de l'accident, les personnes et les véhicules impliqués, la ou les infrastructure(s) routière(s), *etc.* Mais ces informations restent limitées et ne permettent pas une véritable compréhension des processus d'accidents. Les informations contenues dans les rapports de Police sont beaucoup plus riches. En France, le rapport de Police (ou procédure d'accident ou procès verbal d'accident) rend compte, d'une certaine façon, d'une enquête réalisée pour le procureur de la République. Il contient notamment, en plus des informations descriptives saisies dans le fichier national, un plan des lieux de l'accident avec la position des véhicules et les traces ou autres indices matériels, des éléments textuels tels que les transcriptions des déclarations de personnes impliquées et des témoins, une synthèse des faits rédigée par les policiers ou les gendarmes. Bien que ce document soit orienté vers la recherche de responsabilités, une interprétation prudente de la procédure d'accidents permet généralement une analyse du déroulement de l'accident dans un objectif de prévention.

¹⁵ Et cela même si on tient compte du fait que leurs effets ont souvent été surévalués en raison notamment du biais de régression vers la moyenne (SETRA, CETUR, 1992).

Les principes méthodologiques décrits dans le document de l'ONSER (Ferrandez et *al.*, 1979) restent aujourd'hui d'actualité, notamment concernant le recours nécessaire aux procédures d'accidents corporels pour pouvoir parvenir à une compréhension suffisante des phénomènes d'insécurité. Les documents méthodologiques ultérieurs (SETRA, 1986, SETRA, 1992) mentionnent également la nécessité de recourir à l'analyse qualitative des procédures d'accidents corporels.

La réalisation d'une étude diagnostique de type « point noir » est particulièrement bien adaptée dans le cas de zones d'accumulation d'accidents comme une intersection, une traversée de piéton, un arrêt de bus ou un virage par exemple. Mais une grande partie des accidents de la circulation ne se produisent pas en des lieux précis et localisés mais se répartissent tout le long d'un axe urbain ou d'un itinéraire par exemple. Dans le cas de sections de voies, d'axes ou d'itinéraire, on effectue alors une étude de diagnostic sur l'ensemble de l'axe ou de l'itinéraire considéré, en s'intéressant, au delà des quelques points d'accumulation présents sur la voie étudiée, aux accidents répartis de façon plus diffuse sur l'ensemble du linéaire.

2.2 Les démarches de diagnostic portant sur une section de voie, un axe ou un itinéraire

Ces démarches plus globales que les approches ponctuelles de type « points noirs » ont pour objectif de compléter ces dernières (dans le cas de la présence de zones d'accumulation sur l'axe ou sur l'itinéraire étudié). Si les démarches de type « points noirs » ont une approche uniquement corrective de la sécurité en essayant de ramener le niveau de sécurité d'un point à celui de lieux semblables, les études d'axes, d'itinéraires vont en effet davantage chercher à intégrer la sécurité routière dans des choix plus globaux de réaménagement de la voie. Il s'agit alors de déterminer l'influence des caractéristiques de conception ou d'aménagement de l'infrastructure étudiée sur les accidents en s'éloignant des éventuelles influences ponctuelles. Là encore, les premières formulations méthodologiques relatives aux diagnostics de sécurité routière sur des axes ou des itinéraires ont été publiées par l'ONSER au début des années 1980 (voir notamment Ferrandez et *al.*, 1982). Depuis, la méthode a été reprise et complétée dans des publications plus récentes (voir par exemple, SETRA, 1986, 1992, Fleury, 1998). Il ressort de ces différentes publications que la démarche doit en général comporter cinq principales étapes.

La première étape va consister en l'analyse de l'insécurité existante. Une analyse quantitative portant sur quelques caractéristiques descriptives des accidents (type d'impliqués, heure, jour-nuit, chaussée mouillée, *etc.*) est souvent nécessaire pour faire émerger des grandes tendances. Une représentation cartographique des accidents à l'aide du logiciel Concerto par exemple (ONISR, 2000) est également souvent utile. Elle peut permettre de faire émerger des zones d'accumulation par exemple mais aussi permettre de formuler de nouvelles hypothèses, de trouver de nouveaux éléments explicatifs aux accidents (comme par exemple des pôles générateurs de trafic). L'analyse fine des procédures d'accidents est centrale dans ce type d'étude. Comme dans le cas précédent, elle consiste à analyser chaque cas et à

comprendre le comment et le pourquoi de l'accident. La démarche recommandée pour l'analyse des cas d'accidents est souvent celle de l'INRETS (voir Fleury et *al.*, 1991 ou plus récemment Brenac, 1997).

La deuxième étape consiste ensuite à synthétiser les enseignements issus de l'analyse des procédures d'accidents. Pour cela un regroupement des cas d'accidents similaires autour de types d'accidents (ou autour de scénarios types pour les publications méthodologiques les plus récentes) est recommandé. L'identification de facteurs accidentogènes pour chaque regroupement est également recommandée. Sur cette base, il est alors possible de formuler les premières conclusions ou hypothèses concernant l'insécurité du ou des tronçons étudié(s) (et éventuellement sur les quelques points d'accumulation identifiés). Ces conclusions ou hypothèses vont alors orienter les observations de terrains qui les confirmeront ou les infirmeront.

La troisième étape consiste alors en une série d'observations sur le terrain orientées par les analyses précédentes. Il va s'agir, comme dans le cas précédent, de repérer certains éléments localisés (comme par exemple un masque à la visibilité dans une intersection) mais aussi certains aspects d'infrastructure répétitifs sur l'ensemble de l'axe, de l'itinéraire et ayant pu avoir une influence dans le déroulement des accidents.

Il est ensuite souvent recommandé en quatrième étape de synthétiser les conclusions ressortant de chaque analyse et de décrire le diagnostic des problèmes de sécurité de l'axe (l'itinéraire) étudié. Il est souvent recommandé de distinguer les éléments locaux qui relèvent davantage d'une approche de type « point noir » et les caractéristiques de l'infrastructure et de son aménagement se reproduisant tout au long de l'itinéraire et ayant une influence sur son niveau de sécurité. On s'appuie alors ici sur le principe de délocalisation qui considère que les conclusions relatives à l'influence de l'infrastructure dans le déroulement des accidents ne sont pas nécessairement spécifiques aux lieux où ces derniers se sont produits mais peuvent également être généralisées à l'ensemble de l'axe ou de l'itinéraire. Par exemple, un accident contre un candélabre suggère que ce processus peut se reproduire sur l'ensemble des candélabres alignés le long de l'itinéraire. Enfin il convient dans cette étape de formuler une série d'objectifs (en termes de modifications des conditions de fonctionnement de l'aménagement) de nature à réduire les accidents et cela pour l'ensemble de l'axe ou pour chaque tronçon.

La dernière étape a alors pour objectif de traduire ces objectifs par des moyens d'actions.

La pertinence de ce type de démarche peut être appréciée indirectement sur la base d'évaluations d'opérations expérimentales comme celles du programme « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » où des méthodes reposant sur les mêmes principes (recours à l'analyse qualitative des procédures d'accidents, mise en évidence de régularités dans le déroulement des cas, étude de la répartition spatiale, observations de terrains, *etc.*) ont été mises en œuvre, et ont conduit à des réalisations dont les effets bénéfiques sur la sécurité ont été massifs (CETUR, 1990, CERTU, 1994).

D'autre part, des approches encore plus globales que celles portant sur des itinéraires ou des axes ont également été développées à la fin des années 1980 du fait notamment de l'essor

des politiques locales de sécurité à cette époque. Ces méthodes font l'objet de la section suivante (2.3).

2.3 Les démarches de diagnostic portant sur des terrains d'étude étendus

Le rôle des collectivités et instances locales en matière de gestion des réseaux de voirie et de politique de sécurité routière s'est renforcé dans les années 1980 suite à la première phase de décentralisation. Ce développement a généré des besoins nouveaux d'études préalables de sécurité sur des terrains d'études relativement étendus. Dans ce domaine, les méthodes de diagnostic étaient à l'époque relativement peu explicitées ou réduites à une dimension quantitative (SETRA, 1986). On se contentait alors souvent d'une analyse quantitative examinant quelques caractéristiques descriptives des accidents (issues de fichiers statistiques limités), leur répartition spatiale et leur évolution temporelle. Dans le but de développer et de tester des méthodes plus appropriées, une recherche-action portant sur le diagnostic de sécurité du département de l'Eure et Loir (Fleury et *al.*, 1990) a été réalisée. Elle a abouti à la publication d'un guide méthodologique qui fait aujourd'hui toujours autorité dans le domaine des études globales de sécurité (voir Fleury et *al.*, 1991). Cependant, il convient de préciser que les méthodes de diagnostic sur des réseaux ou aires étendues sont aujourd'hui toujours en évolution. Les auteurs de ce guide insistent d'ailleurs surtout sur le fait que l'objet de ce guide n'est pas de présenter la méthode unique mais davantage les outils et méthodes disponibles pour les praticiens pour travailler à un tel niveau d'ensemble. Ils distinguent trois types d'approches complémentaires : une analyse statistique des fichiers d'accidents qui permet de mesurer les enjeux, de déterminer des groupes d'utilisateurs présentant des niveaux de risque particulièrement élevés, et de pouvoir faire des comparaisons dans le temps ou avec d'autres territoires. L'analyse fine des procédures d'accidents qui permet une compréhension des phénomènes d'accidents et peut permettre de faire émerger des scénarios types d'accidents ainsi que des facteurs accidentogènes. Enfin, une approche cartographique qui se situe à un niveau intermédiaire entre les analyses statistiques et les analyses approfondies de procès verbaux. Elle peut permettre par exemple de faire émerger des zones géographiques ou des réseaux où la densité est élevée et où les types d'accidents sont différents. Bien entendu ces différentes approches se combinent et s'alimentent mutuellement lors de la démarche de diagnostic.

Il existe à notre connaissance relativement peu d'exemples d'études de diagnostic portant sur des terrains d'études étendus. Comme nous l'avons vu ci-dessus, la recherche-action de Fleury et *al.* (1990) portant sur le département de l'Eure et Loir fut l'une des premières. A partir de l'analyse quantitative, spatiale et qualitative des 1200 accidents survenus dans le département, les auteurs montrent la complémentarité de ces trois approches pour la compréhension des phénomènes d'insécurité et pour la définition d'actions de prévention différenciées selon les réseaux et les catégories d'utilisateurs. Cette complémentarité ressort également de plusieurs travaux de recherche qui ont combiné ces différents types d'analyse (Tira et Ventura, 1998 ; Tira et *al.*, 1999 ; Bouccedour et Yerpez, 2005).

Une autre recherche action a été réalisée dans le cadre de l'élaboration d'un diagnostic de sécurité pour le Plan Départemental d'Actions de Sécurité Routière des Bouches du Rhône (Brenac et al., 1996). A partir d'un tirage aléatoire de 500 procédures d'accidents corporels s'étant produits sur l'ensemble du département, les auteurs ont mis en évidence quarante et un scénarios types d'accident. Pour chacun d'entre eux, un ensemble de facteurs accidentogènes et de facteurs de gravité ont été identifiés. Ce travail a permis aux différentes collectivités locales (villes, département, etc.) et aux différentes administrations de l'Etat (Direction départementale de l'Equipement, Direction Régionale de l'Equipement, etc.) participant à l'élaboration du Plan Départemental d'Actions de Sécurité Routière, d'avoir une connaissance qualitative des phénomènes d'insécurité se produisant sur leurs réseaux. Ce qui leur a permis de définir un ensemble d'actions de prévention (notamment par des actions de communication utilisant les scénarios types comme support) de façon à contrecarrer le déroulement des accidents décrits dans les scénarios types.

En résumé, nous avons présenté dans ces sections 2.1 à 2.3 un rapide aperçu des différentes méthodes de diagnostic existantes et recommandées pour permettre aux praticiens de disposer d'une connaissance des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur leur territoire et pouvoir ainsi mettre en œuvre un ensemble d'actions de prévention. Nous avons distingué les méthodes de diagnostic de type « points noirs » portant sur des points particuliers d'accumulation d'accidents (section 2.1) des méthodes plus globales portant sur des axes, des itinéraires (section 2.2) voire sur des réseaux encore plus étendus (ville, département...) (section 2.3). Se pose maintenant la question de leur utilisation par les praticiens dans le cadre d'études opérationnelles de sécurité ou dans le cadre d'études intégrant parmi d'autres valeurs, la sécurité routière. Ces méthodes sont-elles utilisées ? Si oui, le sont-elles de façon fidèle aux préconisations des différents guides ? Sinon, pourquoi ? Ces méthodes sont-elles bien adaptées au regard des difficultés auxquelles doivent faire face les praticiens ? Nous tenterons au point suivant d'apporter quelques éléments de réponse à ces différentes interrogations.

2.4 Les méthodes de diagnostic actuelles sont-elles adaptées aux contraintes auxquelles doivent faire face les praticiens ?

En matière de démarche de diagnostic de sécurité, les guides techniques ou les conclusions issues de recherches-actions insistent sur l'intérêt de recourir, quel que soit le niveau d'intervention à des données suffisamment riches sur les accidents pour accéder à une connaissance fine des phénomènes d'insécurité et pouvoir ainsi définir des actions de sécurité efficaces. Les procédures d'accidents corporels établies par les forces de l'ordre sont généralement les seules données accessibles et pouvant répondre à ces exigences. Pourtant, excepté dans le cadre d'études des points d'accumulation d'accident, l'utilisation de ce type de démarche est loin d'être systématique, et peut même être considérée comme rare pour les études portant sur l'ensemble d'un réseau. En effet, hormis le cas des points noirs, les études de diagnostics plus globales portant sur des axes, des itinéraires ou des réseaux peuvent amener les praticiens à analyser un grand nombre de procès verbaux d'accidents, surtout en milieu urbain. Mais compte tenu des moyens dont ils disposent et du temps nécessaire à

l'analyse approfondie de chaque procès verbal (de l'ordre d'une demi-heure à une heure par procédure), les praticiens peuvent rarement mettre en œuvre ce type de démarche. En effet, « compte tenu du niveau de détail nécessaire, ce type de diagnostic est rarement appliqué à de grandes aires d'études » (SETRA, 1986, p.7). Ils se limitent alors souvent à une analyse quantitative examinant quelques caractéristiques descriptives des accidents (issues de fichiers statistiques limités), leur répartition spatiale et leur évolution temporelle. La publication de certains documents décrivant des méthodes de diagnostic « allégées » et/ou des méthodes purement quantitatives appliquées à des études globales n'en est que le révélateur (voir par exemple, CETE de Lyon, 1989).

Concernant les approches purement quantitatives, l'expérience montre que si elles permettent de déterminer des enjeux, des cibles, en revanche elles ne permettent pas de comprendre réellement les phénomènes d'insécurité, ni même de déterminer des mesures de sécurité pour agir sur ces cibles (Brenac, 2000). Par conséquent, ce type d'approche mériterait davantage l'appellation de « bilan » ou de « tableau de bord » que de diagnostic qui, comme nous l'avons vu, signifie davantage une compréhension des phénomènes orientée vers l'action (même référence). Concernant les approches dites de « diagnostic léger » (CETE de Lyon, 1989) reposant principalement sur l'analyse des fichiers d'accidents, elle relève là encore davantage de la notion de bilan et d'analyse d'enjeux que d'un réel diagnostic.

Lors de la réalisation d'une étude de diagnostic portant sur des terrains d'étude relativement étendus (axe, itinéraire, quartier, réseau, *etc.*), les praticiens sont souvent confrontés à trois principales difficultés. La première est liée à l'accès aux procès verbaux d'accidents des forces de l'ordre. Cet accès nécessite de solliciter des autorisations auprès du Procureur de la République et auprès des services de Police et de Gendarmerie. Les autorisations obtenues sont alors de simples autorisations de consultation, ce qui ne permet que la lecture et l'analyse sur place (en commissariat ou en brigade de Gendarmerie) dans des conditions souvent inconfortables. La seconde difficulté relève de la relative lourdeur de l'analyse approfondie des procès verbaux d'accidents. Il est en effet difficile d'analyser beaucoup plus de dix procédures d'accidents par jour. Or, il n'est pas rare, surtout en milieu urbain, d'être confronté à des axes ou des réseaux pour lesquels ce travail d'analyse peut porter sur plusieurs centaines de procès verbaux. Enfin, lorsque ce travail d'analyse des procès verbaux est réalisé, la troisième difficulté est liée à la synthèse des problèmes de sécurité du terrain étudié à partir des conclusions tirées de chaque cas d'accident.

Concernant la première difficulté, il semble que la généralisation probable à moyen ou long terme des procédures d'accidents corporels numérisées et anonymisées puisse pallier le problème de l'accès à ces données. La généralisation du logiciel PACTOL (Procédures d'Accidents de la Circulation Traitées par Ordinateur Localement) mis au point au début des années 90 et utilisé jusqu'à la fin de l'année 2004, aurait pu permettre d'aller dans ce sens. Initialement développé pour réduire à une seule opération la rédaction de la procédure d'accident et la saisie des rubriques pour le BAAC, ce logiciel comportait également une interface permettant de générer une version anonymisée de la procédure d'accident destinée notamment aux services techniques des collectivités locales. Mais en raison de certaines contraintes liées au fonctionnement du logiciel et à certaines règles relatives à la protection des données personnelles, l'accès aux données d'accident n'a pas été aussi facile

qu'escompté. Depuis janvier 2005, ce logiciel a été remplacé par le logiciel PROCEA qui, contrairement au logiciel PACTOL ne permet pas de générer une version anonymisée de la procédure. Une réflexion est actuellement en cours au ministère des transports afin de permettre cette anonymisation ainsi qu'un transfert de la procédure aux services des collectivités locales et du ministère.

Concernant la seconde difficulté liée à la relative lourdeur de l'analyse des procès verbaux d'accidents, des travaux de recherche ont montré que différentes voies étaient possibles. L'une consiste à restreindre l'analyse détaillée des accidents à certains secteurs, ou zones considérés comme représentatifs du terrain étudié (Fleury et *al.*, 1990). La détermination de ces secteurs nécessite alors l'utilisation de la cartographie et une bonne connaissance du terrain d'étude. Une autre voie consiste à limiter ce travail d'analyse à un échantillon d'accidents tirés aléatoirement parmi l'ensemble de ceux s'étant produits sur le terrain étudié. Une recherche portant sur une ville de 40000 habitants a évalué l'intérêt de cette démarche pour limiter le travail d'analyse des procès verbaux et a montré que l'analyse d'un échantillon relativement limité de cas tirés au hasard, permettait de faire émerger la grande majorité des problèmes de sécurité (Brenac et Megherbi, 1996).

Enfin, concernant la troisième difficulté relative à la synthèse des problèmes de sécurité à partir des conclusions propres à chaque accident, l'utilisation du concept de scénario type d'accident développé à l'INRETS, permettant d'agréger des accidents ayant un déroulement similaire autour de prototypes d'accident, peut être particulièrement intéressante dans ce cas (Fleury et Brenac, 2001).

Un scénario type 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 » (Brenac et Fleury, 1999).

Il est alors possible de rendre compte de la nature des problèmes d'insécurité routière sur le terrain étudié à partir d'une série de scénarios types d'accidents auxquels sont associées des perspectives pour la prévention. Plusieurs travaux de recherche ont montré l'intérêt de ce concept pour rendre compte des phénomènes d'insécurité se produisant sur des terrains d'étude étendus et pour définir des actions de prévention adaptées au contexte (voir par exemple, Fleury et *al.*, 1990 ; Brenac et *al.*, 1996 ; Tira et Brenac, 1999).

L'utilisation du concept de scénario type d'accident dans différents travaux de recherche et d'étude (voir références citées ci-dessus) a montré que de nombreux scénarios types ont une portée générale qui dépasse le cadre des terrains d'étude où ils ont été élaborés. D'autre part, l'élaboration des scénarios types dans le cadre d'une étude opérationnelle reste relativement coûteuse dans la mesure où elle impose une analyse approfondie de chaque cas d'accident et surtout une consignation écrite, détaillée et explicite de chaque analyse de cas, qui seule permet ensuite de repérer les similarités entre cas.

Ces constats ont conduit à proposer une autre démarche où l'activité diagnostique du praticien dans ce domaine s'appuierait davantage sur la reconnaissance de scénarios types déjà établis et documentés par ailleurs. «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 être apparentés (et affectés) à l'un ou l'autre de ces scénarios types, pour une grande partie d'entre eux » (Brenac et *al.*, 2003, pp.169-170). Cet apparentement peut être effectué de façon manuelle au rythme d'environ 25 cas par journée de travail (même référence). Comme nous le verrons plus loin, d'autres voies de recherche étudient les possibilités d'automatiser ce processus d'affectation (voir notamment Desprès et Rakotosaona, 1998 ; Allain, 2002 ; De Reyniès, 2002 ou plus récemment Desprès et Ceausu, 2004).

En affectant manuellement ou automatiquement, les cas de son échantillon local, « 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 » (Brenac et *al.*, 2003, pp.169-170). D'autre part, sa connaissance du terrain reste bien entendu importante pour mettre en évidence d'autres régularités dans les accidents ou d'autres éléments explicatifs spécifiques au terrain d'étude.

Cependant, les conditions de développement et de généralisation d'une telle démarche sont à étudier. Est-elle utilisable par les praticiens ? Est-elle susceptible de constituer une aide dans le cadre de leur démarche de diagnostic de sécurité au regard des difficultés auxquels ils doivent faire face ? Est-elle de nature à favoriser une connaissance qualitative des phénomènes d'accidents sur des terrains d'étude étendus ?

Après une présentation du concept de scénario type d'accident et des différentes méthodes possibles d'affectation (manuelle ou automatique), en nous appuyant notamment sur des recherches antérieures, nous reviendrons sur ces différentes interrogations au chapitre suivant.

Chapitre 3 :

Le développement d'outils d'aide au diagnostic de sécurité s'appuyant sur les scénarios types d'accidents

Nous avons vu au chapitre précédent que, excepté dans le cadre d'études locales portant sur des points d'accumulation d'accidents, l'analyse qualitative des procès verbaux est loin d'être systématique lorsqu'il s'agit d'études de sécurité portant sur des axes ou des itinéraires, et peut même être considérée comme rare pour celles portant sur des réseaux de circulation étendus (d'une ville, d'un département par exemple). Nous avons vu que cela pouvait s'expliquer par trois principales difficultés auxquelles les praticiens sont confrontés : l'accès difficile aux données d'accidents, la relative lourdeur de l'analyse des procédures d'accidents et enfin la difficulté de faire une synthèse des problèmes de sécurité du terrain étudié à partir des conclusions tirées de chaque cas. Nous avons vu que, pour pallier cette dernière difficulté, les praticiens peuvent s'appuyer sur le concept de scénario type d'accident comme outil de synthèse. Mais qu'est ce qu'un scénario type d'accident ? L'objet de la première section (section 3.1) du présent chapitre sera donc de définir ce concept, de rappeler l'historique et les justifications de son développement pour la recherche et l'application.

Nous verrons également dans cette première section que ce concept peut aussi comporter un intérêt comme outil de référence. La démarche consiste alors pour les praticiens non plus à élaborer des scénarios types à partir de l'analyse approfondie des procédures d'accidents mais à affecter les cas de leur terrain d'étude à des ensembles robustes de scénarios types d'accidents établis par des chercheurs et auxquels sont associées des connaissances sur leur prévention (voir notamment, Megherbi, 1999, Brenac et *al.*, 2003). Une telle démarche peut alors permettre de mobiliser les connaissances et l'expertise accumulées par les chercheurs sur les phénomènes d'accidents et sur les moyens de prévention. Une telle démarche peut également permettre de limiter, voire d'éviter le travail d'analyse approfondie des procédures d'accidents, particulièrement consommateur de ressources en termes de temps et d'expertise. Elle peut donc s'avérer intéressante compte tenu des moyens dont disposent les praticiens. Elle suppose néanmoins un préalable : l'existence d'outils et de méthodes pour affecter les cas d'accident d'un terrain d'étude local aux scénarios types préétablis.

Ce sera l'objet de la deuxième section (section 3.2) où nous verrons dans un premier temps que cette affectation peut être effectuée de façon manuelle par le praticien sur la base d'une comparaison qualitative du cas étudié avec les différents scénarios types. Nous verrons dans un deuxième temps, en nous appuyant sur des travaux de recherche (antérieurs ou en cours) en statistiques ou en ingénierie des connaissances, qu'il est possible d'automatiser ce processus d'affectation (voir par exemple Allain, 2002, De Reyniès, 2002 ou plus récemment Desprès et Ceausu, 2004). Nous reviendrons tout d'abord sur quelques travaux antérieurs traitant de cette question et sur leurs principales limites. Nous présenterons ensuite des travaux de recherche en cours reposant sur l'utilisation du raisonnement à base de cas (voie encore non explorée jusque là pour reconnaître l'appartenance de cas à des scénarios types) et qui s'articulent avec le présent travail de thèse au sein d'un même projet de recherche¹⁶.

Enfin, nous évoquerons la question de l'évaluation, parallèle au développement de tels outils, de leur opérationnalité du point de vue de la pratique des études de sécurité réalisées par les ingénieurs préparant les interventions des collectivités gestionnaires de réseaux de voiries.

3.1 Le concept de scénario type d'accident

Nous présentons ici le contexte scientifique dans lequel a été développée la notion de scénario type d'accident, sa définition, ses justifications théoriques, et son intérêt pour la recherche en sécurité routière et pour les études opérationnelles de sécurité. Bien entendu, le lecteur souhaitant davantage de détails sur ces différents points pourra notamment se reporter aux références suivantes : Brenac et Fleury, 1999, Fleury et Brenac, 2001 ou Brenac et *al.*, 2003 sur lesquelles nous nous appuyons en grande partie dans les développements qui suivent.

3.1.1 Contexte scientifique du développement du concept de scénario type d'accident de la circulation

La notion de scénario d'accident n'est pas initialement apparue dans le domaine de la sécurité routière. C'est dans les années 1950 à 1960, dans le cadre de recherches portant sur la prévention des risques d'accidents majeurs touchant de grands systèmes industriels comme par exemple les usines chimiques ou les centrales nucléaires que s'est développée cette notion (voir par exemple Bittermann et *al.*, 2001 ; Delvosalle et *al.*, 2005 ; Di Marzo et *al.*, 1995). Dans ce domaine, la rareté des accidents ne permettant pas un retour d'expérience suffisamment important pour prévoir l'ensemble des accidents futurs possibles, il s'agit alors d'élaborer des scénarios d'accident a priori à partir de la modélisation du fonctionnement des systèmes, des défaillances humaines, techniques ou organisationnelles possibles, des

¹⁶ Ce projet de recherche lie le Centre de Recherche en Informatique de l'Université René Descartes Paris 5 (C.R.I.P.5) et le département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. L'objectif de ce projet est de développer un outil qui, à partir d'un ensemble d'accidents survenus sur un secteur géographique, permettra d'y associer un profil de scénarios types et proposera un ensemble d'actions à entreprendre pour le réaménager en prenant en compte la sécurité.

conditions de leur apparition mais aussi à partir des incidents et accidents passés. L'utilité de ce type de démarche a été démontrée, notamment en ce qui concerne la mise au point de systèmes de prévention destinés à interrompre les enchaînements ou les combinaisons de défaillances ayant des conséquences graves ou catastrophiques. Une telle démarche présente également un intérêt pour orienter certains choix économiques ou industriels. Elle permet en effet de comparer les probabilités d'occurrence des différents scénarios d'accidents mis en évidence, leurs conséquences en cas de réalisation, et les coûts à mettre en œuvre pour leur évitement.

Cependant, « 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 boucles de rétroaction, *etc.*, n'ont pas été identifiées dans la modélisation du système ou des scénarios » (Brenac et *al.*, 2003).

C'est pourquoi, dans le cas de systèmes caractérisés par des risques d'accidents à forte probabilité de réalisation et à dommages « relativement limités », comme c'est le cas par exemple de la circulation routière, il est plus sûr de s'appuyer sur les nombreux accidents passés¹⁷ pour décrire des scénarios d'accidents possibles, d'autant que le système de circulation automobile est difficilement modélisable compte tenu de la complexité de la tâche de conduite et de sa faible structuration (Saad, 1987) mais aussi du fait de la grande variabilité des situations rencontrées par les conducteurs et autres usagers de l'espace de circulation.

Pourtant, dans le domaine de la recherche en sécurité routière, l'utilisation étendue de scénarios types d'accidents robustes reste relativement récente (voir notamment Megherbi, 1999 et Brenac et *al.*, 2003). C'est davantage la notion de facteur qui a longtemps prévalu et qui continue aujourd'hui de prévaloir pour mettre en évidence les problèmes d'insécurité routière. Dans de nombreuses recherches ou études, les résultats sont en effet exprimés sous forme de fréquences d'implication des différents facteurs identifiés. Pour Baker et Ross (1961) (cités par Fleury et Brenac, 2001), un facteur d'accident peut être défini comme tout élément ou circonstance qui a été nécessaire (mais non suffisant à lui seul) pour que l'accident se produise. L'analyse de la littérature scientifique dans le domaine de la recherche sur les accidents montre cependant qu'en pratique un facteur n'est identifié comme tel que « parce qu'il y a un écart par rapport à une référence explicite, qui constitue la règle, la norme. Il y a par exemple un écart par rapport à « ce qu'un conducteur vigilant, conduisant à un niveau élevé mais raisonnable de conduite défensive » ferait (Treat et *al.*, 1979) ou bien « des défaillances des véhicules évaluées en référence aux normes courantes et aux équipements existants » (ibid.) (traduit de Fleury et Brenac, 2001, p.268). Dans ce type d'approche, les perspectives d'action reposent seulement sur l'élimination de ces facteurs, c'est-à-dire de ces anomalies. Par exemple, si un taux d'alcoolémie supérieur au niveau légal est relevé dans un nombre relativement important d'accidents, l'action de prévention va alors consister à

¹⁷ Par exemple, en France métropolitaine, en 2004, 85390 accidents corporels (dont 57825 en milieu urbain) ont été recensés en 2004 par les Forces de l'ordre (ONISR, 2005).

diminuer le nombre de conducteurs conduisant avec un taux d'alcoolémie supérieur au seuil légal et cela au moyen d'actions de communication, de contrôle et de sanction.

Alors que, comme le note Fleury et Brenac, « [...] il est également nécessaire de se pencher sur les processus à l'œuvre lors de l'accident, aussi bien que sur les dysfonctionnements, si nous voulons essayer de modifier le système lui-même, en intégrant par exemple de nouveaux dispositifs (aide à la conduite par exemple) ou d'autres principes d'organisation de la voirie. Il s'agit alors de modifier les fonctionnements sans référence simple à un standard, puisqu'on cherche souvent à augmenter l'information disponible ou à faciliter les processus cognitifs à l'œuvre. Il n'est plus question d'identifier une défaillance ou un élément dont l'élimination aurait évité l'accident, mais plutôt d'imaginer comment un nouveau système aurait pu avoir une influence sur la chaîne de processus fonctionnels et d'événements conduisant à la collision. L'utilisation de scénarios d'accidents paraît alors plus opératoire que l'utilisation de facteurs accidentogènes [...] » (traduit de Fleury et Brenac, 2001, p.268).

3.1.2 Le concept de scénario type d'accident

Comme nous l'avons mentionné à la fin du chapitre 2, un scénario type d'accident 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 » (Brenac et Fleury, 1999, p.66)¹⁸. En d'autres termes, il s'agit d'une construction abstraite rendant compte non pas du déroulement particulier d'un seul cas d'accident mais des déroulements d'un ensemble de cas d'accidents considérés comme similaires. Ces cas présentent des similarités qui justifient de les regrouper sous une sorte de modèle d'accident. Du fait de ces similarités entre cas du point de vue des phénomènes, les moyens d'action appropriés pour la prévention de tels cas apparaissent également homogènes.

Il ressort des différentes publications relatives aux scénarios types d'accidents que ce concept repose sur trois principaux fondements (Brenac et *al.*, 2003). Premièrement, il s'inscrit dans la notion plus large de scénario, utilisée dans divers champs de la sécurité ou de la sûreté de fonctionnement, comme nous l'avons vu plus haut. Le scénario est alors considéré comme le récit d'une histoire, comme un modèle de déroulement d'accident qui rend compte des différents processus, des différentes relations de causalité et des enchaînements d'événements conduisant à la collision. Le scénario d'accident comporte de ce fait l'avantage par rapport à la notion de facteur de rendre compte du déroulement des accidents dans leur ensemble et de prendre en compte leur aspect dynamique, temporel, ainsi que leur complexité.

¹⁸ Cette définition a été élaborée progressivement pour asseoir le concept de scénario type d'accident comme un mode d'élaboration et de présentation de résultats de recherches sur les accidents et de résultats d'études diagnostiques. Néanmoins, comme l'a montré S. Deprés (1998), certaines connaissances en mémoire d'expert prennent également une forme de « scénario », au sens d'un modèle mental (Johnson-Laird, 1989), restant de l'ordre de l'implicite. De ce point de vue, les scénarios types tels qu'ils viennent d'être définis, et tels qu'ils sont utilisés notamment lors des études diagnostiques, peuvent aussi être considérés à certains égards comme un « mode d'explicitation des connaissances expertes sur l'analyse des accidents » (Després, 1998).

L'éventail des actions possibles de prévention est alors plus vaste et peut concerner la conception même des systèmes, au-delà de la correction d'anomalies.

Le second fondement sur lequel repose ce concept est le suivant : la description des scénarios d'accidents s'appuie sur l'analyse d'accidents passés. Nous avons vu en effet que, compte tenu du grand nombre d'accidents de la circulation, il est plus sûr de s'appuyer sur ces accidents pour prévoir les accidents futurs plutôt que de procéder uniquement à une modélisation a priori, sur la base de connaissances expertes en sécurité, des dysfonctionnements possibles à venir (même référence). Des justifications plus complètes de ce point sont présentées dans la référence (Brenac et *al.*, 2003, p.17).

Enfin, le troisième fondement, qui apparaît dans la définition du concept, est la notion de prototypie. Le scénario type est considéré comme un déroulement prototypique, c'est-à-dire comme un modèle de déroulement résumant un ensemble de cas d'accidents similaires. Comme nous l'avons mentionné plus haut, le scénario type ne rend pas compte du déroulement particulier d'un cas d'accident s'étant réellement produit mais est une représentation, un modèle de déroulement représentant au mieux les déroulements d'un ensemble de cas présentant un certain air de famille. Cela implique qu'il n'y a pas identité entre les cas et le prototype ni entre les cas entre eux mais une plus ou moins grande proximité¹⁹. On s'éloigne donc des typologies ou classes d'accidents plus traditionnelles reposant sur des conditions nécessaires et suffisantes portant sur quelques variables, tous les cas du type étant alors identiques concernant ces variables. Ces dernières peuvent s'avérer particulièrement intéressantes lorsque l'on s'intéresse à une phase précise des accidents ou à un aspect particulier (voir par exemple Wills et *al.*, 1997 cités par Fleury et Brenac, 2001). En revanche, lorsqu'on cherche à accumuler des connaissances sur les processus d'accidents dans leur globalité et sur les possibilités de prévention dans un large champ d'action, le recours à des typologies traditionnelles (c'est-à-dire définies sur la base de conditions nécessaires et suffisantes) nécessitant alors de s'appuyer sur de nombreux critères aboutiraient à un nombre très élevé de catégories et par conséquent rendrait difficile un travail de synthèse sur les phénomènes étudiés (que ce soit dans le domaine de la recherche ou des études opérationnelles).

Dans ce type de situation, le recours au concept de prototype, permettant à la fois d'obtenir un nombre raisonnablement limité de catégories et de ne pas trop restreindre les objectifs d'investigation, ou relatifs aux possibilités de prévention, apparaît alors préférable (Brenac et *al.*, 2003).

Remarque : Les limites des taxonomies reposant sur l'énoncé de conditions nécessaires et suffisantes (CNS) d'affectation d'un cas à un type ressortent d'ailleurs de certains travaux. Brenac et *al.* (2003), dans une brève revue des taxonomies d'accidents de piétons, montrent que des typologies reposant sur quelques critères (CNS) sont bien appliquées lors de recherches portant sur une question particulière (par exemple : l'étude des accidents de traversée de chaussée par des enfants sous l'angle des conditions de surveillance des enfants

¹⁹ Le terme de « scénario » est utilisé dans un sens très différent par quelques auteurs : Christoffel et *al.* (1996) désignent par le terme de « scénario », le déroulement concret de chaque accident.

par des adultes) ; mais que lorsqu'il s'agit de décrire de façon très générale les phénomènes d'accidents, en s'appuyant sur des analyses de cas approfondies, et sans se restreindre à une perspective de prévention particulière, les taxonomies obtenues ne reposent plus sur des conditions nécessaires et suffisantes : c'est le cas par exemple de la taxonomie de Snyder et Knoblauch (1971), reposant sur l'analyse approfondie (méthodologie de type "enquête sur le site" au sens du rapport OCDE, 1988) d'environ 2000 cas d'accidents de piéton dans 13 villes américaines, et visant à rendre compte de façon étendue des phénomènes d'accidents de piétons. Les types d'accidents décrits par ces auteurs ont été constitués semble-t-il de façon inductive, non réductible à l'application de conditions nécessaires et suffisantes (parmi les 26 types obtenus, on peut citer par exemple les types : "vendor ice-cream truck related", "vehicle turn/merge with attention conflict", "bus-stop related", "hot pursuit" ; ces dénominations semblent plutôt évoquer de façon allusive les conditions globales et de déroulement des accidents).

3.1.3 Le concept de scénario type d'accident comme outil de synthèse

Les approches cliniques – c'est-à-dire reposant sur l'analyse qualitative et approfondie de cas – qu'elles soient utilisées dans la recherche sur les phénomènes d'accidents ou dans le cadre d'études opérationnelles sont, comme nous l'avons vu précédemment, confrontées à une difficulté particulière lorsqu'il s'agit de passer d'une série d'études de cas, d'histoires individuelles d'accidents, à des conclusions plus générales sur les phénomènes et sur les possibilités de prévention. Le simple recensement de l'ensemble des facteurs d'accidents ne peut en effet répondre que partiellement à ce besoin.

Pour pallier cette difficulté, le regroupement des accidents proches par leur déroulement, par leurs mécanismes, autour de scénarios types d'accidents peut être une voie intéressante. On obtient alors une description synthétique des phénomènes d'insécurité autour d'un nombre relativement limité de scénarios types auxquels sont associés des facteurs d'accidents, cet ensemble pouvant ensuite servir de support pour la définition d'actions de prévention. Qu'il s'agisse de recherches portant par exemple sur les accidents d'un mode de déplacement et/ou d'un environnement particulier, ou qu'il s'agisse d'études opérationnelles portant sur un axe ou sur une aire plus étendue comme le réseau de circulation d'une ville, le scénario type d'accident est dans ce cas utilisé comme outil de synthèse.

Plusieurs travaux de recherche ont montré l'intérêt de ce concept comme outil de description synthétique des phénomènes d'accidents et comme support pour la définition d'actions de prévention (voir notamment, Fleury et *al.*, 1987 ; Dominique, 1990 ; Fleury et *al.*, 1990 ; Mercier, 1994 ; Brenac et *al.*, 1996 ; Yerpez, 1996, Yerpez et Girard, 1996, Megherbi, 1994, Blanchet et *al.*, 1998 ; Megherbi, 1999 ; Clabaux ; 2003 ; Brenac et *al.*, 2003).

Par exemple Mercier (1994) met en évidence à partir de l'analyse approfondie d'une soixantaine de cas d'accidents au droit des chantiers routiers, six scénarios types d'accidents. La description de chaque scénario type est accompagnée d'une liste de facteurs accidentogènes et permet de proposer un ensemble d'actions de prévention touchant différents

domaines comme l'aménagement, la signalisation, les techniques de revêtements routiers, la formation, l'information, *etc.*

Plus récemment, une recherche portant sur l'analyse clinique d'une cinquantaine de cas d'accidents issus de l'Etude Détaillée d'Accidents²⁰ (EDA) de l'INRETS et impliquant des deux-roues motorisés en milieu urbain a permis d'avoir une première connaissance qualitative des mécanismes d'accidents impliquant ce type d'usager. Suite à l'analyse et au regroupement des cas, douze scénarios types d'accidents ont été décrits et documentés. Sur cette base, un ensemble de perspectives pour la prévention, notamment en matière d'aménagement de la voirie, est proposé. L'une des principales conclusions de ce travail est qu'une amélioration notable de la sécurité des usagers de deux-roues motorisés pourrait être attendue d'une meilleure prise en compte de leurs spécificités (et des mécanismes de leur implication dans les accidents coporels) dans l'aménagement urbain (Clabaux, 2003).

Cependant, la plupart de ces recherches portant sur l'élaboration de scénarios types, restent des travaux à visée exploratoire reposant sur des échantillons relativement limités de cas d'accidents. Leur objectif est davantage l'accumulation de connaissances nouvelles sur les phénomènes et sur les moyens possibles pour leur prévention. Elles peuvent également permettre de soulever des problématiques à approfondir et donc d'orienter les recherches futures. En revanche, la portée des scénarios types obtenus dans ces recherches reste mal connue : ne sont-ils pas spécifiques au terrain d'étude sur lesquels ils ont été élaborés, ou trop dépendant de fluctuations d'échantillonnage (compte tenu des jeux de données souvent limités sur lesquels ils sont fondés) ?

C'est pourquoi, des travaux de recherche portant sur des échantillons importants et représentatifs de cas d'accidents ont été entrepris dans l'objectif de construire des ensembles de scénarios types d'accidents plus robustes et de portée plus générale auxquels sont associées des connaissances sur la prévention. Ces ensembles peuvent alors servir de référence à la fois pour d'autres recherches s'appuyant sur ce concept ou dans le cadre d'études opérationnelles de sécurité. C'est en ce sens que nous parlons de scénario comme « outil de référence », ce que nous développons dans le point suivant.

²⁰ Un programme d'Etudes Détaillées d'Accidents ayant pour objectif de collecter des données très approfondies sur les accidents de la circulation immédiatement après les faits a été entrepris par l'ONSER puis poursuivi par l'INRETS (Ferrandez et *al.*, 1995). Ce programme repose sur une approche multidisciplinaire du phénomène accidentel. Lorsqu'un accident se produit dans le secteur expérimental autour de Salon de Provence, une équipe composée de psychologues et de techniciens se rend sur la scène de l'accident. Le psychologue réalise un entretien avec les différentes personnes impliquées et le cas échéant avec les témoins. Le technicien réalise une série de mesures relatives à l'infrastructure (géométrie, traces, *etc.*) et aux véhicules (déformations, positions finales, *etc.*). L'équipe procède ensuite à une première analyse du cas. Puis dans les quarante huit heures suivant l'accident, un second recueil est réalisé. Le psychologue réalise un second entretien avec les impliqués tandis que le technicien procède à un contrôle technique des véhicules et retourne sur le site pour compléter les premières données recueillies. Ces données permettent alors de repositionner dans le temps et dans l'espace la position des différents mobiles et leur vitesse à l'approche du lieu de l'accident. Outre la constitution de connaissances sur les mécanismes d'accidents et d'une base de données, l'EDA a permis et permet de mettre au point des méthodes et des modèles d'analyse utilisés aussi bien dans le domaine de la recherche que dans celui des études opérationnelles.

3.1.4 Le concept de scénario type d'accident comme outil de référence

Comme nous l'avons vu au point précédent, l'utilisation du concept de scénario type dans le cadre de recherches sur les phénomènes d'accident ou dans le cadre d'études diagnostiques, peut permettre, en tant qu'outil de synthèse, de pallier la difficulté de passer des conclusions propres à chaque accident à des conclusions plus générales sur les phénomènes d'insécurité et sur les perspectives de prévention. Cependant, nous avons vu à la fin du chapitre précédent que l'élaboration de scénarios types, notamment dans le cadre d'études opérationnelles, reste relativement coûteuse dans la mesure où elle nécessite une analyse approfondie de chaque cas et surtout une consignation écrite, détaillée et explicite de chaque analyse de cas, qui seule permet ensuite de repérer les similarités entre cas. Ce constat a donc conduit à proposer une autre démarche où l'activité diagnostique du praticien dans ce domaine s'appuierait davantage sur la reconnaissance de scénarios types déjà établis, ayant une portée générale. Dans ce cadre, le scénario type est alors utilisé comme outil de référence. Des travaux de recherche portant sur l'élaboration de corpus de référence de scénarios types auxquels sont associés des connaissances sur les moyens de prévention, ont donc été entrepris.

Ainsi, Megherbi (1999) met en évidence à partir de l'analyse approfondie de 290 cas d'accidents s'étant produits sur des autoroutes interurbaines françaises, 26 scénarios types. A partir de l'étude d'un échantillon indépendant de 289 cas d'accidents, l'auteur montre que ces scénarios types rendent compte d'environ 80 % des phénomènes d'accidents se produisant sur ce type de réseau. Par ailleurs, chaque scénario type, au-delà de sa présentation détaillée et documentée, donne lieu à des éléments de discussion concernant les possibilités de mesures préventives envisageables et cela en référence à la littérature scientifique internationale en sécurité routière.

Plus récemment, Brenac *et al.* (2003) mettent en évidence à partir de l'analyse clinique de plusieurs centaines d'accidents impliquant des piétons, vingt scénarios types d'accidents principaux représentant environ 85 % des phénomènes d'accidents impliquant ce type d'usager et se produisant sur le territoire français. Chaque scénario type fait ensuite l'objet d'une discussion relative aux stratégies de prévention, s'appuyant sur de larges investigations dans la littérature scientifique internationale.

Ces deux recherches sont actuellement les seules à proposer des corpus complets de scénarios types d'accidents auxquels sont associées des perspectives de prévention, lesquels peuvent alors servir de référence à des praticiens dans le cadre d'études opérationnelles. La notion de référence est ici à entendre au sens où les cas d'accidents de l'échantillon local du praticien peuvent être apparentés (et affectés) aux scénarios types préétablis, permettant ainsi d'éviter ou de limiter le travail d'analyse des cas (et d'éviter leur agrégation autour de scénarios), coûteux en temps et en expertise.

Cela suppose néanmoins des méthodes d'appareillage. Comment appareiller un cas d'accident à un scénario type ? Nous présentons au point suivant les différentes méthodes existantes ou en cours de mise au point, pour permettre l'appareillage de cas d'accidents à des scénarios types préétablis et aux actions de prévention correspondantes.

3.2 Les méthodes d'apparement de cas aux scénarios types d'accidents référents

Les méthodes utilisées ou en développement pour apparementer des cas d'accidents à des scénarios types préétablis relèvent de deux grands types de démarche. Le premier repose sur un apparement manuel au sens où c'est le praticien qui, sur la base d'une comparaison qualitative de chaque cas avec les différents scénarios types, se prononce sur l'apparement du cas avec tel ou tel scénario type. Le second type de démarche repose sur un apparement automatique à partir de méthodes statistiques ou d'ingénierie des connaissances et peut s'avérer particulièrement pertinent dans le cas de terrains d'études étendus supportant un nombre élevé d'accidents. Nous présentons dans ce qui suit ces deux types de démarches.

3.2.1 La démarche d'apparement manuel

Cette démarche a déjà été décrite dans la référence (Brenac et *al.*, 2003) à laquelle nous renvoyons le lecteur souhaitant approfondir cette question au-delà des quelques éléments que nous présentons ci-dessous.

La démarche d'apparement manuel repose sur une affectation au cas par cas effectuée par le praticien qui compare chaque cas d'accident de son terrain d'étude aux scénarios types. Un préalable est de prendre connaissance de façon relativement détaillée des scénarios types décrits dans la publication de référence (concernant la forme sous laquelle les scénarios types sont présentés, se reporter à la deuxième partie de ce mémoire). La démarche consiste d'abord à examiner et à lire les principaux éléments de la procédure d'accident établie par les forces de l'ordre : schéma, procès verbaux d'audition des impliqués et témoins, résumés établis par les policiers et gendarmes, *etc.* Cette première prise de connaissance du cas évoque en général un ou plusieurs scénarios types. Cette phase d'évocation / remémoration peut être éventuellement facilitée par des tableaux ou présentations synoptiques des intitulés schématiques²¹ des scénarios types (l'intitulé schématique reprend en une ou deux lignes quelques traits importants du scénario type pour aider à se le remémorer). Ces intitulés schématiques sont généralement présentés au début ou à la fin des publications relatives aux corpus complets de scénarios types (voir Megherbi, 1999, pp.42-44 ; Brenac et *al.*, 2003, pp.172-175).

Enfin, une dernière étape consiste à procéder à l'examen de la description détaillée du ou des scénarios types retenus et de comparer le déroulement du cas au déroulement décrit dans ce ou ces scénario(s). Un retour à la procédure d'accident est dans certain cas nécessaire pour préciser certains éléments non identifiés lors de la première lecture mais qui peuvent émerger

²¹ Notons que les intitulés schématiques des scénarios types ne peuvent suffire pour affecter un ensemble de cas à ces scénarios types. Ils ne reprennent en effet qu'un ou deux traits principaux des scénarios et ne rendent ainsi pas compte de la complexité des phénomènes en jeu. Ils sont donc davantage à considérer comme un moyen permettant d'avoir une vue d'ensemble des scénarios types et permettant de se les remémorer rapidement.

à la lecture du scénario type. C'est alors sur la base de cette comparaison qualitative que le cas est affecté ou non à un scénario type.

L'apparement des cas aux scénarios types préétablis n'est cependant pas exclusif de toute autre analyse : « 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. » (Brenac et *al.*, 2003, p.170).

Le travail d'affectation manuel peut être effectué au rythme d'environ vingt cinq cas d'accident par journée de travail (Brenac et *al.*, 2003) voire davantage si l'on ne consigne pas (ou très peu) d'informations par écrit sur les cas examinés. Cette démarche peut donc s'avérer particulièrement pertinente dans le cadre d'études diagnostiques de sécurité portant sur des terrains d'études relativement étendus (comme un axe ou un itinéraire par exemple) et nécessitant l'analyse de plusieurs dizaines de procès verbaux d'accidents (voire jusqu'à cent ou deux cent accidents). Elle permet notamment au praticien de mobiliser des connaissances accumulées par d'autres sur les phénomènes d'accidents et sur les moyens de prévention. Cependant, dans le cas d'études diagnostiques portant sur des terrains d'études étendus (comme par exemple le réseau de circulation d'une ville ou d'un département) et nécessitant l'analyse de plusieurs centaines voire de plusieurs milliers d'accidents, ce travail d'affectation manuel peut s'avérer relativement coûteux à mettre en œuvre. C'est pourquoi une autre voie, visant une automatisation au moins partielle de ce processus d'affectation, est explorée. Il est en effet possible que certaines caractéristiques des accidents, certaines chaînes textuelles présentes dans les procédures d'accidents soient de bons prédictors de l'appartenance d'un cas à un scénario type ou puissent servir de base pour rapprocher un cas d'un ensemble de cas déjà affectés à un scénario type. Nous présentons au point suivant différents travaux de recherche, achevés ou en cours, traitant de cette question.

3.2.2 Les méthodes d'apparement automatique

Différents travaux ont été conduits (ou sont toujours en cours) concernant la recherche de méthodes de reconnaissance automatique de l'appartenance de cas d'accident à des scénarios types préétablis.

Les travaux de Megherbi (1999) ont contribué à explorer cette voie. Comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, l'auteur élabore dans un premier temps vingt six scénarios types d'accidents se produisant sur autoroute à partir de l'analyse clinique de 290 cas d'accidents.

La pertinence de ces scénarios types, l'enjeu associé à chacun d'entre eux, sont ensuite examinés à partir de l'analyse d'un échantillon indépendant de 289 accidents.

L'auteur explore ensuite deux possibilités pour permettre de reconnaître l'appartenance d'un cas aux scénarios types établis : d'une part, une démarche informelle, heuristique, visant à obtenir des combinaisons logiques de variables ayant un bon pouvoir prédictif de l'appartenance d'un cas à un scénario type donné ; d'autre part une démarche plus formelle s'appuyant sur la discrimination par régression logistique.

La première méthode a été mise au point et évaluée pour l'ensemble des scénarios types. L'auteur identifie un ensemble de variables descriptives des accidents, présentes dans les procès verbaux et pertinentes pour la reconnaissance de l'appartenance d'un cas à un scénario. Ces « variables descriptives candidates » sont codées dans un fichier informatique pour chaque cas de l'échantillon total (échantillon ayant servi à la constitution des scénarios types et échantillon test). Bien entendu, cette liste de variables a été modifiée et complétée au fur et à mesure de l'avancée du travail. Ensuite, pour chaque scénario type, l'auteur identifie, dans cette liste de variables, celles qui apparaissent dans la description du scénario et semblent pouvoir le discriminer. Celles retenues sont alors regroupées sous la forme d'une combinaison logique qui les relie par des opérateurs de types « et » et/ou « ou ». Cette combinaison est alors appliquée à chaque cas de l'échantillon initial, c'est-à-dire ceux ayant servi à la constitution des scénarios et donc pour lesquels le scénario auxquels ils correspondent est connu. L'auteur compare alors les résultats obtenus par la méthode de reconnaissance utilisant la combinaison de variables avec les résultats issus du travail d'élaboration des scénarios types. Une série d'indicateurs quantitatifs permettant de juger de la pertinence de la méthode pour reconnaître les cas à affecter au scénario et ceux à ne pas affecter, sont calculés. La méthode de reconnaissance la plus fiable, c'est-à-dire celle se rapprochant le plus du jugement clinique de l'expert ayant élaboré les scénarios types, est donc obtenue par divers essais successifs. Il est en effet rare d'obtenir des résultats satisfaisants dès la première combinaison étudiée.

Enfin, une évaluation de la méthode obtenue est réalisée à partir de l'échantillon test, permettant ainsi d'avoir une idée de sa pertinence sur un échantillon indépendant d'accidents. La même démarche est effectuée pour chaque scénario type. L'auteur montre que ce type de méthode peut aboutir à des résultats satisfaisants pour certains scénarios ayant des traits très caractéristiques comme par exemple ceux liés à l'éclatement d'un pneu ou à un endormissement/assoupissement du conducteur, particulièrement fréquents sur le réseau autoroutier. En revanche, certains problèmes de fiabilité de la méthode par rapport à la démarche experte sont mis en évidence pour des scénarios types caractérisés par des circonstances diverses et où plusieurs usagers interagissent.

Bien que certaines critiques puissent être formulées sur cette démarche, comme par exemple le caractère non systématique de l'exploration des différentes règles possibles (Allain, 2002) ou encore la nécessité d'effectuer un codage préalable des modalités des différentes variables pour chaque accident du terrain d'étude, ces travaux ont néanmoins montré qu'il est possible d'envisager des méthodes au moins partiellement automatiques pour reconnaître l'appartenance de cas d'accidents à des scénarios types préétablis.

Concernant la seconde démarche, plus formelle, évaluée par Megherbi et reposant sur la régression logistique, l'auteur montre qu'elle peut aboutir à des résultats également satisfaisants. Cependant l'évaluation de cette méthode ne repose que sur un scénario type et souligne donc l'intérêt de poursuivre les recherches dans cette voie.

Ainsi, Allain (2002) évalue et compare plusieurs méthodes d'analyse discriminante dont la régression logistique ainsi que l'analyse factorielle discriminante et la discrimination par arbre. L'auteur s'appuie sur le même échantillon que Megherbi et sur les mêmes scénarios types. La grille de codage des variables des accidents de Megherbi est également réutilisée. L'évaluation et la comparaison des trois méthodes discriminantes sont réalisées pour les scénarios types principaux c'est-à-dire dont les effectifs dans l'échantillon sont relativement grands. L'une des conclusions de ce travail est que la régression logistique s'avère être la méthode la mieux adaptée du fait notamment de ses performances et de sa régularité pour les différents scénarios types sur lesquels elle a été évaluée.

Cependant, comme dans le cas précédent, l'une des principales limites de cette méthode est qu'elle nécessite une intervention manuelle préalable pour effectuer un codage des modalités des différentes variables nécessaires à la discrimination, pour chaque cas d'accident du terrain d'étude. Cette tâche peut par ailleurs s'avérer particulièrement lourde dans le cas d'études diagnostiques portant sur des terrains d'études étendus et sur des nombres importants d'accidents.

Une autre méthode de discrimination a été étudiée par De Reyniès (2002) (discrimination sur données symboliques), mais n'a pas fait l'objet d'évaluation, à la différence des méthodes étudiées par Allain (2002). De Reyniès a proposé en outre une méthode de recodage des données d'accidents sans intervention manuelle (à partir de procédures d'accidents entièrement informatisées : voir ci-dessous), mais spécifiquement construite pour une discrimination sur données symboliques, et dont il note qu'elle demanderait d'importants travaux de validation.

Pour éviter toute intervention manuelle, il est possible d'avoir recours à des données d'accidents déjà informatisées et sur lesquelles il est alors possible de s'appuyer pour reconnaître automatiquement l'appartenance de chaque cas à un scénario type. Comme nous l'avons vu précédemment, certaines collectivités locales, villes ou certains départements ont en effet accès à une version numérisée et anonymisée des procédures d'accidents corporels (incluant toutes les parties textuelles notamment) pour effectuer des études locales de sécurité (système PACTOL défini au chapitre précédent). La généralisation probable à moyen ou long terme de l'accès à ce type de données peut permettre d'envisager le développement d'un outil informatique les utilisant pour affecter automatiquement un ensemble de cas d'accidents d'un terrain d'étude à des scénarios types préétablis, reliés à des possibilités de prévention.

C'est l'objectif de travaux de recherche actuellement menés à l'Université Paris V, et qui s'articulent avec le présent travail de thèse au sein d'un même projet de recherche²², comme

²² Ce projet PREDIT (Programme de Recherche et D'Innovation dans les Transports Terrestres ; Groupe Opérationnel numéro 3 : « Nouvelles connaissances pour la sécurité » ; projet n°03MT47) en cours, est mené en collaboration par le Centre de Recherche en Informatique de l'Université Paris 5 (C.R.I.P.5) et le département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Trois thèses de doctorat (deux thèses en ingénierie des connaissances et

nous l'avons mentionné plus haut. Ces travaux réalisés notamment dans le cadre de la thèse de doctorat de V. Ceausu (sous la direction de S. Després) comportent l'élaboration d'un module informatique permettant de déterminer à partir des procès verbaux des accidents s'étant produit sur un secteur géographique donné, le profil de scénarios types de ce secteur. Il s'agit donc bien d'affecter des cas à des scénarios types d'accidents. La méthodologie repose sur le raisonnement à partir de cas (RàPC). Nous ne reviendrons pas ici en détail sur les méthodes de raisonnement à partir de cas, développées dans le domaine de l'ingénierie des connaissances. Le lecteur souhaitant approfondir ces questions pourra se reporter aux références suivantes : Aamodt et Plaza (1994) ; Richter (1995) ; Mille (1998) ; Lamontagne (2002) citées par Després et Ceausu (2004). Nous pouvons néanmoins rappeler ses principes généraux.

Le raisonnement à partir de cas est une approche de résolution des problèmes qui utilise les expériences passées pour résoudre des problèmes nouveaux. Le cycle du raisonnement à partir de cas (RàPC) se compose de quatre phases : l'élaboration d'une base de cas constitués pour chacun d'entre eux d'une partie problème et d'une partie solution ; la remémoration pendant laquelle le problème similaire est recherché dans la base de cas ; l'adaptation durant laquelle la solution du problème similaire est adaptée au problème concerné ; la mémorisation éventuelle du problème et de sa solution, dans l'optique d'une possible réutilisation future. Dans notre cas, il s'agit alors de résoudre un problème, le cas d'accident, et de trouver sa solution, c'est-à-dire le scénario type auquel il correspond. Cette solution est trouvée en comparant le cas en question (appelé cas cible) avec un ensemble de cas (appelés cas sources) stockés dans une base de cas et pour lesquels on connaît la solution. Dans l'application qui nous concerne ici, la base de cas est constituée des scénarios types d'accidents.

Les travaux actuellement menés, notamment dans le cadre de la thèse de V. Ceausu, sont centrés sur la phase d'élaboration de la base de cas et sur la remémoration. Ils s'appuient sur une « ontologie » (au sens où ce terme est employé en ingénierie des connaissances) de l'accidentologie élaborée par Després (2002) et sur une terminologie associée aux procès verbaux d'accidents (Ceausu, 2003, Ceausu et Després, 2005). Concernant la première phase d'élaboration de la base de cas, elle s'appuie sur un modèle informatique qui décrit chaque cas selon deux types d'éléments : des variables descriptives (nombre d'utilisateurs impliqués dans l'accident, type d'environnement, *etc.*), et des « agents » c'est-à-dire des couples homme-véhicule dont les relations et les évolutions sont représentées par des expressions verbales (« engage la traversée » pour un piéton par exemple).

Parallèlement, un outil informatique est développé pour permettre de générer à partir de chaque procès verbal une représentation du cas cible qui soit comparable à la représentation des cas sources. Les variables descriptives de l'accident sont repérées dans les différentes rubriques du procès verbal tandis que les parties rédigées (déclarations des impliqués, synthèse effectuée par les forces de l'ordre notamment) sont explorées par des techniques de fouille pour identifier les agents et leurs évolutions (Ceausu et Clabaux, 2006). Une fois cette

le présent travail de thèse) s'articulent autour du développement de cet outil. La finalité de cet outil est de déterminer, pour un groupe d'accidents survenus dans un secteur géographique particulier, le profil de scénarios types de ce secteur pour ensuite en déduire un ensemble d'objectifs et de principes d'actions pour le réaménager (Després et Ceausu, 2004). Notons que ces travaux se concentrent pour l'instant uniquement sur le milieu urbain.

phase effectuée, le cas cible est comparé à l'ensemble des cas sources. On entre alors dans la phase de remémoration qui consiste à sélectionner un cas de la base de cas sources dont le problème est similaire à celui du cas cible (celui que l'on cherche à affecter à un scénario). Cette remémoration s'appuie tout d'abord sur la reconnaissance d'un ensemble de cas au contexte similaire par rapport au cas étudié. Cette similarité dans les contextes s'appuie sur une similitude dans les variables descriptives (types d'utilisateur, type d'environnement, *etc.*). Puis, une fois que cet ensemble de cas – auxquels le cas étudié peut être potentiellement apparenté – est sélectionné, un second processus permet de choisir parmi ces cas, le plus proche en s'appuyant sur les similitudes concernant les agents et leurs évolutions. La « solution » du cas cible (c'est-à-dire le scénario type auquel on peut l'apparenter) est alors déduite de la « solution » de ce cas source (le scénario type auquel est apparenté le cas source, étant déjà connu).

La méthode que nous venons de décrire, en cours de mise au point à l'Université Paris V, présente un avantage important relativement à celles qui ont été évoquées précédemment : tout en utilisant la totalité des informations (y compris textuelles) présentes dans les procédures d'accident, elle ne suppose pas un travail intermédiaire de codage de ces informations (destiné à les rendre utilisables pour la discrimination). Le travail de développement et de validation de cette méthode doit cependant être poursuivi.

3.3 La question de l'opérationnalité des méthodes diagnostiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident

Les développements qui précèdent ont montré que le concept de scénario type d'accident de la circulation et son utilisation – c'est-à-dire notamment la description des phénomènes d'insécurité routière sur un terrain d'étude sous forme d'une série de scénarios types – présentent un intérêt pour les études diagnostiques de sécurité routière préparant des actions sur un réseau de voirie.

Ils montrent aussi que l'évolution des méthodes associées à ce concept (les scénarios types comme connaissances de référence, la reconnaissance de ces scénarios types sur un échantillon local de cas, les outils d'aide à la reconnaissance des scénarios types, l'automatisation éventuelle de tout ou partie de cette démarche) permettent d'envisager à terme un allègement des méthodes de diagnostic de l'insécurité d'un axe ou d'un réseau et une valorisation des connaissances acquises et publiées sur les phénomènes d'accidents. Les services techniques des collectivités locales (services techniques des villes, services techniques départementaux par exemple), les services du ministère de l'Équipement (CETE, CDES²³ ...) ou encore les bureaux d'études, pourraient, au lieu de procéder à l'analyse de chaque accident et d'élaborer leurs propres scénarios types, affecter manuellement ou automatiquement chaque cas à des problématiques types connues auxquelles sont associées des connaissances sur les moyens de prévention.

²³ C.D.E.S : Cellule Départementale d'Exploitation et de Sécurité, au sein des directions départementales de l'Équipement.

Le caractère opératoire et la pertinence de ces concepts et méthodes ont été d'une certaine façon démontrés dans le cadre de plusieurs travaux de recherche et de recherche-action (voir notamment Fleury et *al.*, 1990, Mercier, 1994, Brenac et *al.*, 1996, Tira et *al.*, 1999) ayant parfois donné lieu à des suites en terme d'actions de sécurité (notamment Brenac et *al.*, 1996). Cependant, leur opérationnalité dans le cadre d'études courantes de sécurité, réalisées par des praticiens, ne semble pas à ce jour avoir été évaluée ni établie.

Nous allons examiner ce point, en tentant d'abord de préciser ce que nous entendons par « opérationnalité ». Nous pouvons nous appuyer pour cela sur la littérature du domaine de l'ergonomie, en particulier celle relative à l'évaluation de l'utilisation de systèmes informatiques (logiciels, systèmes d'aide, interfaces homme-machine, *etc.*), de machines, ou de produits industriels. Une investigation dans cette littérature scientifique montre que l'on peut distinguer principalement deux grandes notions : l'utilité et l'utilisabilité (« usability ») (Nielsen, 1993). La question de l'utilité de ces outils méthodologiques fait l'objet du point 3.3.1 ci-dessous, la question de l'utilisabilité étant développée au point 3.3.2.

3.3.1 L'utilité

La notion d'utilité, dans le domaine de l'ergonomie, ne semble pas faire l'objet d'une définition univoque et consensuelle. Pour certains auteurs, l'utilité d'un objet, ou d'une application logicielle, est la concordance entre sa finalité et les buts de l'utilisateur : par exemple pour Mizzaro (1998), "l'utilité d'un système d'information, et plus généralement d'un objet finalisé, est l'adéquation entre la finalité de l'objet et le but de l'utilisateur [...]" (traduit de Mizzaro, 1998, p.221). D'autres définitions, relativement proches, se réfèrent plutôt à la concordance entre la fonctionnalité de l'objet et les buts ou les besoins de l'utilisateur (voir par exemple Boisen et *al.*, 2003 ; Nielsen, 1993 ; Burns et *al.*, 1997). Ainsi pour Boisen et *al.*, (2003), "l'utilité se rapporte à la concordance (*match*) entre la fonctionnalité du système et les besoins de l'utilisateur, l'utilisabilité se rapporte à la facilité de faire usage de cette fonctionnalité" (traduit de Boisen et *al.*, 2003, p.354). Pour Burns et *al.* (1997), l'utilité implique que "l'objet conçu ait la fonctionnalité nécessaire pour accomplir les objectifs du domaine de travail" (traduit de Burns et *al.*, 1997, p.313).

Pour d'autres auteurs, l'utilité se rapporte à l'impact du système sur le travail de l'utilisateur et les produits de ce travail. Par exemple, pour Scholtz (2006), dont les travaux portent sur les technologies de l'information : "Pour compléter l'évaluation de systèmes HII (Human Information Interaction Systems), nous devons aller au-delà de la performance et de l'utilisabilité, et considérer l'utilité ou la mesure de l'impact. C'est-à-dire, comment les systèmes HII modifient-ils le travail que font les utilisateurs ? Quel effet ont les nouveaux systèmes d'information interactifs sur les produits du travail ?" (traduit de Scholtz, 2006, p. 6). Il s'agit là clairement d'une conception différente de la notion d'utilité : l'utilité du système est alors son apport, sa contribution à la réalisation des buts par rapport à une situation où l'agent, le travailleur, ne dispose pas du système. N'est pas utile ce qui n'apporte rien. Il s'agit là en fait d'une notion d'utilité relative, puisque l'apport du système est apprécié par rapport à une situation de référence. Cette utilité est alors appréciée par des démarches comparatives, 'avec système' *versus* 'sans système' (voir par exemple Höök, 1998).

Enfin, pour quelques auteurs, l'utilité n'est qu'une sous-catégorie de la notion d'utilisabilité. Pour Hartson (1998), l'utilisabilité peut être définie comme la facilité d'utilisation mais, dans la mesure où un système facile d'emploi qui ne répond pas aux besoins de ses utilisateurs est de peu d'intérêt, la notion d'utilisabilité "a évolué vers le concept d'utilisabilité au sens large – facilité d'usage *plus* utilité" (traduit de Hartson, 1998, p.103). Pour cet auteur, l'utilité peut être définie par des mesures de productivité, de performance (concernant l'aspect objectif, et au-delà de mesures de satisfaction traduisant l'utilité perçue). Cependant, comme nous le verrons plus loin, quand nous présenterons la notion d'utilisabilité, si beaucoup d'auteurs admettent cette dimension de l'utilisabilité, elle n'est généralement pas considérée comme relevant du terme « utilité ». Il s'agit plutôt d'une notion de performance ou d'efficacité, voire d'efficience, *dans l'utilisation*, qui répond à la question : dans quelle mesure l'utilisateur, en utilisant l'objet ou le système, parvient-il à la réalisation de ses buts ? Nous reviendrons sur cet aspect au point 3.3.2.

Concernant l'objet qui nous occupe ici, à savoir les outils méthodologiques de diagnostic s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident, nous pouvons donc nous interroger d'une part sur leur utilité, au sens de la concordance entre leur finalité et les buts des utilisateurs, et d'autre part sur leur utilité relative, au sens de l'apport de ces outils par comparaison avec des méthodes plus courantes n'utilisant pas la notion de scénario type d'accident.

Une identification précise et complète des buts des personnes réalisant des études diagnostiques de sécurité routière nécessiterait une investigation spécifique. Cependant, on peut trouver des indices de ces buts dans la littérature technique (rapports d'étude, documents de doctrine méthodologique), même si ceux-ci ne sont pas systématiquement explicités. L'examen de quelques spécimens de cette littérature technique suggère que les buts des utilisateurs lors de la conduite de telles études sont d'une part l'identification et la compréhension des phénomènes d'insécurité routière, et d'autre part, sur cette base, l'identification de pistes d'action (Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement Méditerranée, 1995 ; Direction Départementale de l'Equipement des Pyrénées Orientales, 1996a et 1996b ; Conseil Général des Hauts de Seine, 2004 ; Direction Régionale de l'Equipement de Franche-Comté, 1997 ; SETRA, CETUR, 1992 ; SETRA, 1992). Un rapport d'étude précise par exemple : "L'objectif de cette étude est de déterminer les problèmes de sécurité routière sur le boulevard XXX en vue de proposer des pistes d'aménagement de la voirie" (Conseil Général des Hauts de Seine, 2004, p.3). Dans certains cas, la formulation est moins explicite et porte seulement sur le but ultime, l'action de prévention, notamment dans le domaine de l'aménagement : "L'objectif de cette étude [...] est de proposer essentiellement des mesures légères [...] permettant de réduire sensiblement le nombre d'accidents." (CETE Méditerranée, 1995, p. 3). Ou encore seul l'objectif le plus immédiat est mentionné : " [L'étude] a pour objet l'analyse de l'accidentologie de [...] pour préciser les principaux enjeux et déterminer les mécanismes qui ont conduit aux accidents." (DRE Franche-Comté, 1997, p.1). Le fait que l'identification des phénomènes d'insécurité doive comporter une dimension qualitative et compréhensive — compréhension des processus conduisant aux accidents — n'apparaît pas toujours explicitement, même si cela transparaît dans le contenu même des études (voir par exemple : CETE Méditerranée, 1995 ; DDE des Pyrénées Orientales, 1996a et 1996b). Les documents de doctrine méthodologique sont plus explicites à ce sujet (SETRA, 1992 ; SETRA, CETUR, 1992). Une autre finalité, la représentation spatialisée des phénomènes

d'insécurité routière, qui est peut-être davantage perçue comme un moyen que comme une fin, n'est jamais explicitée dans les références que nous venons de citer (hormis dans les guides méthodologiques) ; mais la présentation cartographique des phénomènes et/ou des conclusions pour l'action apparaît cependant dans chacun des rapports que nous avons cités. Les déterminations spatiales des phénomènes d'insécurité routière, le caractère nécessairement spatialisé de l'action de prévention par l'aménagement ont peut-être une évidence particulière pour les auteurs d'études diagnostiques.

D'autre part, les fonctionnalités des outils méthodologiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident ressortent plus ou moins explicitement de diverses recherches ou recherches-actions : la description des phénomènes d'insécurité sous une forme compréhensive, la quantification d'enjeux associés à ces différents phénomènes, et correspondant à différents champs d'action (Fleury et *al.*, 1990 ; Brenac et *al.*, 1996) mais aussi la mise en évidence de pistes d'actions (Mercier, 1993, 1994 ; Brenac et *al.*, 1996), l'identification des types d'espace concernés (Fleury et *al.*, 1990) ou la représentation spatialisée des problèmes de sécurité mis en évidence (Tira et *al.*, 1999). Concernant plus précisément les fonctionnalités de méthodes diagnostiques s'appuyant sur des scénarios types de référence et sur des connaissances sur la prévention associées aux scénarios types, quelques éléments apparaissent notamment dans Brenac et *al.* (2003), qui ne mentionnent cependant pas la représentation spatialisée des phénomènes :

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).
- 2) D'une description du « problème » considéré : le scénario type lui-même ; [...]
- 3) D'éléments de réflexion, s'appuyant sur la littérature scientifique du domaine de la sécurité routière, concernant les moyens de prévention. (Brenac et *al.*, 2003, pp.170-171).

La recherche de Tira et *al.* (1999), utilisant l'affectation de cas d'accident d'un terrain d'étude à des scénarios types de référence, montre par ailleurs la possibilité d'une cartographie des accidents par scénario type et l'intérêt de cette représentation cartographique pour la réflexion sur l'action de prévention en termes d'aménagement et d'urbanisme.

L'utilité d'outils méthodologiques de diagnostic reposant sur la notion de scénario type d'accident, au sens d'une concordance entre les fonctionnalités de ces outils et les buts des utilisateurs, semble donc ressortir en première analyse des éléments que nous venons de présenter, même si cette question mérite sans doute de faire l'objet d'investigations plus approfondies et d'évaluations plus formelles.

Par contre, à notre connaissance, aucune recherche ne permet à ce jour de conclure en ce qui concerne l'utilité *relative* de ces outils (au sens où Scholtz considère la notion d'utilité), c'est-à-dire l'apport de telles méthodes par rapport à des méthodes d'étude diagnostique plus courantes et n'utilisant pas la notion de scénario type d'accident.

3.3.2 L'utilisabilité

Le concept d'utilisabilité est employé en ergonomie, notamment dans le domaine de l'évaluation des logiciels et systèmes informatiques, des interfaces homme-machine, des systèmes d'aide (comme par exemple des systèmes de chirurgie assistée par ordinateur), des produits manufacturés (qu'il s'agisse de produits élaborés comme des produits hi-fi par exemple ou de produits plus simples comme des sièges-auto pour enfant par exemple), *etc.* (voir par exemple, Nielsen, 1993 ; Jordan, 1998 ; Han et *al.*, 2000, 2001 ; Rudin-Brown et *al.*, 2003 ; Kushniruk et Patel, 2004 ; Wu et *al.*, 2004 ; Schmier et *al.*, 2005 ; Flavian et *al.*, 2006 ; Tijus et *al.*, 2006).

De l'examen de la littérature scientifique dans ce domaine, il ressort que la dimension centrale du concept d'utilisabilité est la facilité d'utilisation. Par exemple, Tijus et *al.* (2006), dans une publication relative à la conception d'un cartable électronique, définissent l'utilisabilité comme la plus ou moins grande facilité d'utilisation. Flavian et *al.* (2006), qui étudient l'influence de l'utilisabilité d'un site internet perçue par l'utilisateur sur sa confiance envers le site, reprennent la définition de Nielsen (2003) qui considère dans le cas de pages internet que l'utilisabilité est une qualité qui détermine la facilité avec laquelle l'interface pourra être utilisée par l'utilisateur (traduit de Flavian et *al.*, 2006, p.2).

Cependant, bien que la dimension de facilité d'utilisation soit centrale dans ces différentes publications, il ressort néanmoins d'après leurs auteurs qu'elle ne peut suffire pour évaluer l'utilisabilité d'un produit, d'un logiciel, d'un système d'aide, *etc.* Pour Nielsen (1994a) cité par Flavian et *al.* (2006) par exemple, l'utilisabilité de sites Internet implique non seulement une facilité d'utilisation mais aussi une plus ou moins grande facilité avec laquelle l'utilisateur peut apprendre à utiliser le site, à en retenir les fonctions principales. Elle implique également d'après Nielsen, une plus ou moins grande efficacité (c'est-à-dire permettre par exemple à l'utilisateur de trouver les informations recherchées en un temps relativement limité), un nombre d'erreurs d'utilisation relativement faible (fiabilité) et une certaine satisfaction pour l'utilisateur (traduit de Flavian et *al.*, 2006, p.2).

Kushniruk et Patel (2004) ajoutent également d'autres dimensions à la facilité d'utilisation. Les auteurs définissent la notion d'utilisabilité comme « la capacité d'un système à permettre à ses utilisateurs de réaliser leur tâche en sécurité, de façon efficace, efficiente et dans des conditions agréables » (traduit de Kushniruk et Patel, 2004, p.56). D'autres auteurs insistent également sur l'importance par exemple de l'apprenabilité (c'est-à-dire la plus ou moins grande facilité à apprendre à utiliser) ou la satisfaction de l'utilisateur, pour qu'un produit ou un système soit utilisable (voir par exemple, Buurman, 1997 ou Wu et *al.*, 2004).

Cependant, comme le note Han et *al.*, (2000) il ressort de la plupart des publications qui font autorité dans ce domaine que, deux principaux aspects au sein du concept d'utilisabilité peuvent être distingués : d'une part, le degré de facilité d'utilisation (apprécié de façon subjective) et d'autre part l'efficacité de l'utilisation (appréciée de façon objective). Il est en effet important que l'outil ou le système étudié soit facilement utilisable mais que son utilisation permette également d'atteindre le but recherché. Par exemple, dans le cadre de

l'évaluation de l'utilisabilité de systèmes de retenue pour enfants en cas d'accident, Rudin-Brown et *al.* (2003) évaluent d'une part par un questionnaire auprès de quarante-deux utilisateurs, la facilité de la tâche d'installation du siège-enfant (et cela dans deux configurations différentes selon l'âge de l'enfant : dans le « sens de marche » et dans le sens opposé « au sens de marche ») et d'autre part, par des observations des utilisateurs en train d'installer le siège-enfant, la part d'utilisateurs installant correctement le siège.

Dans un autre domaine, relatif à l'utilisabilité de pages Internet, Flavian et *al.* (2006) recensent cinq facteurs principaux permettant d'évaluer l'utilisabilité : certains relatifs à la facilité d'utilisation comme par exemple la facilité de compréhension de la structure de la page web, de son contenu, de ses différentes fonctions (et évalués de façon subjective) ; d'autres relatifs à l'efficacité comme par exemple le temps nécessaire à l'utilisateur pour trouver les informations qu'il recherche (et évalués de façon objective).

En résumé, l'examen de la littérature scientifique en ergonomie montre qu'on peut distinguer deux grandes dimensions au sein du concept d'utilisabilité : la facilité d'utilisation et l'efficacité de cette utilisation, c'est-à-dire en d'autres termes, la capacité ou non du produit, du système, à permettre à l'utilisateur d'atteindre le but recherché pour lequel il a été conçu. Cet examen de la littérature montre également qu'un certain nombre d'autres aspects moins centraux, peuvent également être pris en compte dans l'évaluation de l'utilisabilité d'un produit, d'un système d'aide, d'une interface homme-machine, *etc.* Il peut s'agir de l'apprenabilité (c'est-à-dire sa plus ou moins grande capacité à permettre à l'utilisateur d'apprendre en un temps relativement limité à l'utiliser), du niveau de sécurité avec lequel le produit est utilisé, de la plus ou moins grande satisfaction de l'utilisateur lors de l'utilisation, ou encore de l'image qu'a l'utilisateur du produit qu'il utilise.

Dans le cas qui nous intéresse ici, c'est-à-dire celui d'un outil méthodologique s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident et sur des méthodes associées, utilisé dans le cadre d'études locales de sécurité, la notion d'utilisabilité pourrait recouvrir principalement deux aspects : la facilité d'utilisation, et l'efficacité au sens de la capacité à produire des résultats pertinents et fiables dans le cadre d'une étude de sécurité lors de l'utilisation d'un tel outil par des praticiens. A notre connaissance, il n'existe pas de recherche ayant porté sur l'un ou l'autre de ces aspects de l'utilisabilité de ce type d'outil. La question de l'opérationnalité du concept de scénario type d'accident et des méthodes associées reste donc relativement ouverte.

3.4 Conclusion

L'objectif de ce chapitre était de présenter l'état des connaissances actuelles relatives au développement d'outils d'aide au diagnostic de sécurité s'appuyant sur les scénarios types. Nous avons vu que certains sujets nécessitaient de conduire de nouvelles recherches. Il s'agit premièrement de l'élaboration de corpus complets de scénarios types d'accidents auxquels sont associées des connaissances sur la prévention. Nous disposons en effet à ce jour d'un corpus de scénarios types d'accidents se produisant sur autoroutes (voir Megherbi, 1999) ainsi que d'un ensemble de scénarios types d'accidents impliquant des piétons (Brenac et *al.*,

2003). D'autres recherches visant à compléter ces ensembles de scénarios types restent cependant nécessaires afin de disposer d'une connaissance d'ensemble des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur le territoire français et sur les moyens susceptibles de les prévenir.

Il s'agit ensuite de l'approfondissement des recherches dans le domaine des méthodes de reconnaissance de l'appartenance de cas d'accidents d'un terrain d'étude local à des scénarios types d'accidents pré-établis.

Il s'agit enfin de l'évaluation de l'opérationnalité de ces outils méthodologiques dans le cadre d'études locales de sécurité.

Le chapitre suivant revient rapidement sur ces sujets de recherche à approfondir et présente les principaux objectifs du présent travail de thèse.

Chapitre 4 :

Conclusion de la première partie et problématique de la recherche

L'objectif de cette première partie était tout d'abord de présenter le contexte scientifique dans lequel s'inscrit notre travail de recherche.

Nous avons dans un premier temps traité de la question générale de la place de l'automobile dans la ville. La ville et l'automobile sont-elles amenées à continuer à cohabiter ? Si l'on se réfère aux textes récents relatifs à l'utilisation rationnelle de l'énergie (Loi L.A.U.R.E) et au renouvellement urbain (Loi S.R.U), on pourrait être tenté de répondre par la négative. La réduction de la place de l'automobile dans la ville et des nuisances que génère cette cohabitation (pollution atmosphérique, insécurité routière, encombrement des espaces publics urbains, bruit, *etc.*) est en effet clairement affichée dans ces textes. Pourtant, un examen de la littérature relative à la dépendance automobile, à l'ambivalence des politiques locales de déplacements et au faible transfert modal envisageable de l'automobile vers les autres modes de déplacement, nous a conduit à conclure dans le sens d'une relative pérennité de l'omniprésence de l'automobile dans l'espace urbain. Par conséquent, s'intéresser aux accidents de la circulation routière se produisant en ville et aux méthodes et techniques permettant d'éviter leur reproduction présente un intérêt réel.

Nous avons ensuite vu à travers un examen de la littérature que les phénomènes d'insécurité routière diffèrent d'un point de vue qualitatif selon les environnements urbains dans lesquels ils se produisent et que par conséquent les moyens d'actions ne peuvent être les mêmes dans tous les types d'environnements urbains. La prise en compte des préoccupations de sécurité routière par les gestionnaires et aménageurs de l'espace urbain demande donc une connaissance relativement fine des accidents en lien avec l'environnement urbain dans lequel ils se produisent. L'analyse des différentes phases du déroulement d'un accident, en référence à l'analyse du déplacement, fait en effet apparaître les liens entre les différents niveaux d'intervention des gestionnaires de l'espace urbain et la production d'insécurité routière (voir figure 2). L'accident peut alors être considéré comme « le résultat d'un manque de cohérence du système considéré dans sa globalité » (Fleury, 1998, p.121). Millot montre par exemple dans certains quartiers résidentiels de périphérie d'agglomération, comment des choix d'organisation du réseau de voirie et de l'espace non complètement cohérents (notamment :

hiérarchisation des voies et ségrégation des modes et des usages restant partielles, ou non systématiquement réalisées) conduisent à la production d'accidents qu'il est ensuite difficile de prévenir par l'aménagement des voiries (Millot, 2003). Les accidents peuvent alors être considérés d'une certaine façon comme des manifestations de « pathologies » de l'espace urbain.

La prise en compte des préoccupations de sécurité routière dans l'aménagement et dans l'action locale suppose l'identification de ces « pathologies », et nécessite la mise en œuvre d'études locales de sécurité appelées « diagnostics de sécurité routière ».

Nous nous sommes alors intéressés dans le chapitre 2 aux méthodes de ces études diagnostiques, telles qu'elles sont présentées dans la littérature scientifique et technique. Nous avons vu que, quel que soit le niveau d'intervention des praticiens (point, axe, itinéraire, quartier, réseau), les guides techniques ou les conclusions issues de recherches-actions insistent sur l'intérêt de recourir aux procédures d'accidents corporels établies par les forces de l'ordre pour disposer de connaissances suffisamment fines sur les accidents de la circulation pour définir des actions de prévention efficaces et adaptées au contexte local.

Cependant, nous avons vu que, dans la pratique, si ce type de démarche peut être mis en œuvre relativement aisément sur des aires d'études limitées, comme par exemple un point d'accumulation d'accidents, en revanche, son application à des terrains d'études étendus, comme un axe important, un quartier ou un réseau de circulation, peut s'avérer plus difficile à mettre en œuvre du fait notamment de la relative lourdeur de l'analyse des procès verbaux d'accidents et de la difficulté de synthèse des problèmes de sécurité du terrain étudié à partir des conclusions tirées de chaque étude de cas d'accident. Nous avons vu en fin de chapitre que l'utilisation du concept de scénario type d'accident peut en partie permettre de pallier ces difficultés.

Dans le chapitre 3, nous avons présenté la notion de scénario type d'accident et ses fondements scientifiques. Ce concept apparaît d'une part, comme un outil de synthèse permettant de dépasser les conclusions relatives à chaque cas d'accident. Un ensemble de travaux de recherche et de recherche-action ont en effet montré l'intérêt du concept de scénario type pour disposer d'une description synthétique et qualitative des phénomènes d'accidents se produisant sur un terrain d'étude. D'autre part, il apparaît que le concept de scénario type présente également un intérêt en tant qu'outil de référence notamment dans le cadre d'études opérationnelles portant sur des aires étendues. L'activité diagnostique du praticien s'appuie alors davantage sur la reconnaissance de scénarios types déjà établis et documentés par des chercheurs permettant ainsi de limiter, voire d'éviter le travail d'analyse de cas et de constitution de scénarios types coûteux en temps et en expertise. Une telle démarche peut également permettre de mobiliser l'expertise et les connaissances accumulées dans le domaine de la recherche sur les phénomènes d'accidents et sur les moyens de prévention. Elle nécessite cependant de disposer de corpus complets de scénarios types d'accidents (construits sur des échantillons importants d'accidents et représentatifs des phénomènes d'accidents se produisant sur le territoire français) et auxquels sont associées des connaissances pour leur prévention. Nous avons vu qu'actuellement deux ensembles de scénarios types auxquels sont associées des connaissances sur les mesures de prévention, peuvent être utilisés par les praticiens : les scénarios types d'accidents se produisant sur

autoroute (voir Megherbi, 1999) et les scénarios types d'accidents impliquant des piétons (voir Brenac et *al.*, 2003). Les recherches dans ce domaine doivent donc être poursuivies afin de disposer de corpus complets de scénarios types.

Ce constat nous a conduit à identifier un *premier objectif* pour le présent travail de recherche : élaborer un ensemble de scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons et associer à chacun d'entre eux un ensemble de connaissances relatives aux possibilités de mesures préventives (notamment en terme d'aménagement de la voirie) et cela en référence à la littérature scientifique internationale en sécurité routière portant sur l'évaluation d'éléments d'aménagement. Ces travaux compléteront ceux de Brenac et *al.* (2003) sur les scénarios d'accidents de piétons et devraient ainsi permettre de disposer de publications concernant l'ensemble des catégories d'accidents de la circulation se produisant en milieu urbain et les possibilités de prévention correspondantes.

Cependant, l'utilisation de ces scénarios types comme connaissances de référence dans le cadre d'études locales de sécurité suppose des méthodes d'affectation de cas d'un terrain d'étude local à ces scénarios types. Nous avons vu dans la deuxième section du chapitre 2 qu'il est possible d'envisager deux types de démarche : une affectation manuelle et une affectation automatique. Différentes méthodes d'affectation automatiques ont été explorées dans le cadre de recherches antérieures. Elles se heurtent cependant à différentes difficultés. Une autre voie reposant sur l'utilisation du raisonnement à partir de cas (RàPC) fait l'objet de travaux de recherche à l'Université Paris V dans le cadre d'un projet de recherche retenu par le PREDIT (Projet n°03MT47, « raisonnement à partir de cas pour contribuer à améliorer l'aménagement du réseau urbain en prenant en compte la sécurité », voir l'annexe en fin de chapitre) et mené en collaboration par le Centre de Recherche en Informatique de l'Université Paris 5 (C.R.I.P.5) et le département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS.

Enfin, les développements présentés au chapitre précédent ont montré que les travaux de recherche portant sur le concept de scénario type et son utilisation dans le cadre des études diagnostiques locales de sécurité routière n'avaient que très partiellement traité de l'opérationnalité de ce concept et des méthodes associées : en particulier l'utilité relative de tels outils méthodologiques (par comparaison avec des méthodes d'étude plus courantes et n'utilisant pas ce concept) et l'utilisabilité de ces outils restent à évaluer. Ces considérations nous ont conduit à identifier un *second objectif* pour le présent travail de recherche : l'étude de l'utilité relative et de l'utilisabilité d'outils méthodologiques reposant sur le concept de scénario type d'accident de la circulation routière.

Les deux objectifs que nous avons identifiés s'intègrent d'autre part dans un projet de recherche plus global, associant l'université Paris V et le département Mécanismes d'Accidents où la présente thèse est réalisée dans le cadre de la formation doctorale en Transport de l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Nous présentons l'architecture générale de ce projet dans l'annexe en fin de chapitre.

En résumé, le présent travail de recherche vise deux objectifs :

- l'élaboration d'un corps de scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons, et de connaissances associées concernant la prévention, complétant ainsi les

travaux antérieurs (Brenac et *al.*, 2003) pour couvrir l'ensemble du champ des accidents urbains ; cet objectif est traité dans la deuxième partie du présent mémoire ;

- l'évaluation de l'utilité relative et de l'utilisabilité (« usability »), dans un contexte opérationnel, d'outils méthodologiques reposant sur le concept de scénario type d'accident ; cet objectif est traité dans la troisième partie de ce mémoire.

Ces deux objectifs s'inscrivent dans une architecture plus globale, qui est celle du projet PREDIT « raisonnement à partir de cas pour contribuer à améliorer l'aménagement du réseau urbain en prenant en compte la sécurité » présenté ci-dessous.

Annexe au chapitre 4 : Articulation de cette problématique de recherche avec le projet PREDIT « Raisonnement à partir de cas pour contribuer à améliorer l'aménagement du réseau urbain en prenant en compte la sécurité ».

Le projet de recherche présenté ici repose notamment sur l'articulation de trois thèses de doctorat (deux thèses en ingénierie des connaissances et le présent travail de thèse). Sa finalité est le développement d'un outil informatique permettant de déterminer, pour un groupe d'accidents survenus dans un secteur géographique particulier, le profil de scénarios types d'accidents de ce secteur pour ensuite en déduire un ensemble d'objectifs et de principes d'actions pour le réaménager. (Desprès et Ceausu, 2004). Notons que ces travaux se concentrent pour l'instant uniquement sur le milieu urbain.

Le développement de cet outil se décompose en quatre étapes. La première est réalisée au département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS et consiste comme nous l'avons vu plus haut, à élaborer des ensembles complets et robustes de scénarios types urbains auxquels sont associées des connaissances sur les moyens de prévention, lesquels vont alors servir de fondement, de référence, à l'outil. Nous avons vu que ce travail est achevé pour les scénarios types d'accidents de piétons et qu'il sera complété par les résultats de la présente recherche (voir plus haut, le premier objectif que nous avons défini).

La deuxième étape est réalisée au CRIP 5 dans le cadre de la thèse de V. Ceausu dirigée par S. Desprès. Ces travaux comportent l'élaboration d'un premier module informatique permettant de déterminer à partir des procédures d'accidents corporels s'étant produits sur un secteur géographique donné, le profil de scénarios types de ce secteur. La méthodologie repose sur le raisonnement à partir de cas. Parallèlement, un lien avec le logiciel Concerto (ONISR, 2000) est également envisagé afin de cartographier sur l'axe, le quartier ou le réseau étudié, les accidents et le scénario auxquels ils correspondent, permettant ainsi de mettre en évidence certains liens entre l'aménagement, l'environnement et les phénomènes d'accidents.

La troisième étape est également réalisée au CRIP 5 et consiste à développer un second module informatique qui, s'appuyant sur le profil de scénarios types obtenu et sur les connaissances sur la prévention relatives aux scénarios, y associe un ensemble cohérent d'actions de prévention. C'est en partie l'objet de la thèse de doctorat en ingénierie des connaissances de R. Bentebibel dirigée par S. Desprès. Là encore, la méthodologie retenue est le raisonnement à partir de cas.

Enfin, la quatrième étape, indispensable pour s'assurer de la pertinence opérationnelle de cet outil, est son évaluation du point de vue des praticiens et dans le cadre d'applications à des terrains d'études locaux. Le second objectif que nous avons identifié pour la présente thèse est lié à cette quatrième étape.

Compte tenu du stade de développement actuel de l'outil, il ne nous sera néanmoins pas possible dans le cadre de ce travail de thèse de réaliser une évaluation de l'outil informatique lui-même. Les éléments d'évaluation traités dans la présente recherche, qu'ils concernent une évaluation dans le cadre d'une simulation (l'affectation manuelle des cas aux scénarios types étant supposée donner une représentation de ce que pourraient être les résultats de la procédure d'affectation automatique des cas aux scénarios types réalisée par l'outil) ou qu'ils concernent plutôt l'opérationnalité d'outils méthodologiques manuels reposant sur le concept de scénario type et les méthodes associées, devraient cependant apporter une contribution au développement du système d'aide élaboré dans le cadre de ce projet PREDIT. Il est d'ailleurs reconnu que, dans le cadre de démarches de conception centrées sur l'utilisateur final (Norman et Draper, 1986), il est important de prendre en compte dès les premières étapes de conception (voire plus en amont, Poulain, 2000 ; Tijus et *al.*, 2006) l'utilisateur final afin d'éviter tout décalage entre la logique de fonctionnement de l'outil et la logique d'utilisation (c'est-à-dire la perception par l'utilisateur de l'utilisation qui doit en être faite).

Deuxième partie

Présentation détaillée des scénarios types d'accidents
et éléments de discussion sur les possibilités de
mesures préventives

Introduction

Le premier objectif de notre recherche est la description sous forme de scénarios types d'accidents des processus les plus fréquemment à l'œuvre dans la genèse des accidents urbains n'impliquant pas de piétons et la discussion pour chacun de ces scénarios de quelques stratégies possibles de prévention, notamment en matière d'aménagement de la voirie. Ces travaux, dont les résultats sont présentés dans cette deuxième partie, viennent en complément des travaux de Brenac et *al.* (2003) portant sur les scénarios d'accidents de piétons, et devraient ainsi permettre de disposer d'une connaissance d'ensemble des phénomènes d'accidents se produisant en milieu urbain et des possibilités de mesures préventives correspondantes.

La démarche adoptée repose premièrement sur l'analyse clinique de plusieurs centaines de cas d'accidents, sur leur regroupement permettant de mettre en évidence des scénarios types, qui sont ensuite précisément décrits et documentés, puis sur l'évaluation de leur portée à partir d'un échantillon indépendant d'accidents. Il s'agit ensuite dans un deuxième temps de proposer, pour chaque scénario type obtenu, une discussion relative à quelques stratégies possibles en matière de prévention et cela en s'appuyant sur des investigations dans la littérature scientifique internationale en sécurité routière.

Avant de présenter les résultats de ces travaux, nous exposons dans le chapitre 5 quelques éléments relatifs aux données et aux différents échantillons de cas que nous avons utilisés. Nous présentons également dans ce chapitre un certain nombre d'éléments relatifs aux méthodes adoptées et notamment, la méthode d'analyse séquentielle de l'accident et la méthode d'élaboration des scénarios types d'accidents. Enfin, ce chapitre est également consacré à la présentation générale des résultats obtenus (c'est-à-dire des scénarios types d'accidents et de leur portée, évaluée à partir d'un échantillon indépendant d'accidents).

La présentation détaillée et documentée des scénarios types d'accidents obtenus (n°1 à n°40) fait l'objet des chapitres suivants (chapitres 6 à 12). Chaque chapitre est consacré à la présentation de plusieurs scénarios types correspondant à une problématique commune, comme par exemple des accidents liés à des phénomènes de masques à la visibilité, de perte de contrôle, *etc*²⁴.

²⁴ Notons que cette structuration par chapitre des scénarios types n'a été établie qu'après l'élaboration des scénarios types. Il ne s'agit donc que d'une commodité de présentation (et non d'une structuration a priori de l'ensemble des cas d'accident).

Une discussion relative aux mesures préventives possibles est proposée pour les scénarios types des chapitres 6, 7, 8 et 9 (scénarios types n°1 à n°24). Concernant les scénarios types présentés dans les chapitres suivants, ce travail est actuellement en cours d'achèvement et fera l'objet d'un rapport INRETS publié à la fin de l'année 2006.

Chapitre 5 :

Aspects relatifs aux données, éléments de méthode et présentation générale des résultats

Ce chapitre vise la présentation des données et des différents échantillons de données que nous avons utilisés dans le cadre de notre travail de recherche. Il s'agit également de présenter quelques éléments relatifs aux méthodes employées et notamment la méthode d'analyse séquentielle des accidents et la méthode d'élaboration des scénarios types. En fin de chapitre sont exposés de façon globale les résultats obtenus. Une présentation schématique de l'ensemble des scénarios types obtenus est proposée ainsi qu'une estimation de leur portée à partir d'un échantillon indépendant d'accidents.

5.1 Les données

Dans le cadre du premier des deux principaux objectifs de notre travail de recherche, à savoir, la description des phénomènes d'insécurité routière se produisant en milieu urbain sous la forme d'une série de scénarios types d'accidents, il est nécessaire de nous appuyer sur des données sur les accidents relativement riches, et permettant une compréhension fine de leur déroulement et des relations causales et processus conduisant aux collisions.

Pour cela, en France, il existe trois types de données : les Etudes Détaillées d'Accidents (EDA), les dossiers d'Enquêtes Comprendre Pour Agir (ECPA) (anciennement enquêtes REAGIR²⁵) et les procédures d'accidents corporels établies par les forces de l'ordre.

Comme nous l'avons vu au chapitre 3, les Etudes Détaillées d'Accidents réalisées au département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS, constituent en France les données les plus détaillées sur les accidents²⁶. Etablis par des équipes pluridisciplinaires d'experts qui interviennent de façon synchrone aux services de secours, les dossiers de l'EDA permettent en effet dans la majorité des cas, une reconstitution fine du déroulement de chaque accident, des situations les plus en amont jusqu'aux situations les plus en aval suivant le choc

²⁵ R.E.A.G.I.R. : Réagir par des Enquêtes sur les Accidents Graves et par des Initiatives pour y Remédier

²⁶ Un programme similaire aux Etudes Détaillées d'Accidents est par ailleurs également réalisé sur un secteur situé en région parisienne par le CEESAR (Centre Européen d'Etudes de Sécurité et d'Analyse des Risques).

(Ferrandez et *al.*, 1995). Cependant, nous cherchons à élaborer des scénarios types qui puissent être utilisés comme connaissances de référence par des praticiens, dans le cadre d'études opérationnelles de sécurité : cela suppose que ces scénarios soient construits à partir de données susceptibles de représenter les phénomènes d'accidents en milieu urbain survenant sur le territoire français. Les Etudes Détaillées d'Accidents étant réalisées dans un objectif de recherche et uniquement dans un secteur expérimental autour de Salon de Provence et d'Aix en Provence, ces données n'ont pas été retenues pour notre recherche.

Les enquêtes ECPA, qui peuvent être considérées comme des enquêtes administratives conduites par des équipes constituées principalement de représentants de divers administrations et services, sont réalisées a posteriori (quelques jours à quelques semaines après l'accident) sur une partie des accidents mortels (et sur quelques accidents graves), dans un objectif à la fois technique et relatif à l'animation des politiques locales de sécurité. Le choix des cas ne vise pas la représentativité et peut dépendre d'orientations thématiques locales et conjoncturelles. Nous n'avons donc pas retenu non plus cette catégorie de données d'accidents.

Les procédures d'accidents corporels, établies par les forces de l'ordre de façon systématique et sur l'ensemble du territoire national, peuvent permettre de répondre à nos objectifs concernant la représentation des phénomènes d'accidents urbains en France. Etablies par les forces de Police, de Gendarmerie et par les Compagnies Républicaines de Sécurité pour le milieu urbain, les procédures d'accidents rendent compte d'éléments d'enquête rassemblés à l'intention des services du ministère de la justice et plus précisément du procureur de la République. Elles contiennent notamment, outre les informations descriptives saisies dans le fichier national des accidents corporels (fichier BAAC), un plan des lieux de l'accident avec la position des véhicules et les traces ou autres indices matériels, des éléments textuels tels que les transcriptions des déclarations des personnes impliquées et des témoins, une synthèse des faits rédigées par les policiers ou les gendarmes. Bien que ce type de document soit orienté vers la recherche de responsabilités, une interprétation prudente de la procédure d'accident permet généralement une analyse du déroulement de l'accident dans un objectif de prévention.

Un premier échantillon de 520 procédures d'accident corporel s'étant produits au cours de l'année 2000, en agglomération, sur le territoire métropolitain français et n'impliquant pas de piéton, a été extrait de façon aléatoire du fichier au cinquantième de l'INRETS. Ce fichier regroupe (en lien avec l'association TRANS-PV) chaque année par le biais d'un tirage systématique, un cinquantième des procédures d'accidents corporels établies en France par les forces de l'ordre. Parmi ces 520 procédures d'accidents, quatre procédures faisant doublon et neuf procédures correspondant à des accidents s'étant produits hors agglomération ont été écartées de l'échantillon. Compte tenu de la façon dont il a été constitué, cet ensemble de 507 cas d'accidents peut donc être considéré comme représentatif des cas d'accidents corporels recensés en France par les forces de l'ordre, se produisant en France en milieu urbain et n'impliquant pas de piétons.

Cependant, il serait inexact de considérer cet échantillon comme représentatif de la totalité des accidents corporels se produisant en France en milieu urbain et n'impliquant pas de

piétons. En effet, Laumon et Martin (2002) ont par exemple montré pour le cas du département du Rhône, à travers une comparaison avec des sources médicales, que les données issues des forces de l'ordre omettent une partie non négligeable des accidents corporels notamment lorsqu'il s'agit d'accidents occasionnant des blessures légères et/ou n'impliquant qu'un seul véhicule. Bien que les auteurs ne distinguent pas le milieu urbain et la rase campagne, ils montrent par exemple que la proportion des usagers de deux-roues motorisés (particulièrement impliqués dans les accidents urbains) victimes d'un accident où ils sont seuls impliqués et recensés dans les données de police et de gendarmerie est de l'ordre de 5 % pour les niveaux de blessures M.A.I.S.²⁷.1 (blessures mineures), de 11 % pour les niveaux de blessures M.A.I.S.2 (blessures de niveau modéré) et de 53 % pour les niveaux de blessures M.A.I.S.3 et plus (blessures sévères à maximales) et cela par rapport à l'ensemble des usagers de deux-roues motorisés victimes d'un accident de la circulation dans le registre médical. Pour les accidents où ils sont impliqués dans un accident avec un tiers (piéton ou autre véhicule), les auteurs montrent que cette proportion s'élève à 40 % pour les niveaux de blessure M.A.I.S.1 et ne dépasse pas 67 % pour les niveaux de blessure M.A.I.S.2²⁸. Par ailleurs, la revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) relative à ce phénomène d'« under-reporting » c'est-à-dire de sous-recensement des accidents dans les fichiers d'accidents nationaux, montre qu'il ne concerne pas uniquement la France. Par exemple Hutchinson (1984) cité par Elvik et Vaa (2004) compare la proportion du nombre de victimes d'accidents corporels recensées dans les statistiques officielles par rapport au total des victimes recensées dans les données de source médicale de treize pays. L'auteur montre que cette proportion varie d'un pays à l'autre allant de 21 % pour le Danemark à 54 % pour la France et à 88 % pour le Canada.

Bien que ces écarts doivent être interprétés avec prudence puisque, comme le soulignent Elvik et Vaa, Hutchinson s'appuie pour effectuer cette comparaison sur des études nationales ayant une définition très variable de la notion de victime, ces résultats soulignent néanmoins l'importance non négligeable de ce phénomène.

Le premier échantillon constitué de 507 cas a servi à élaborer les scénarios types d'accidents. Un second échantillon de 100 procédures d'accident issues du même fichier et concernant également des accidents urbains n'impliquant pas de piétons, a été utilisé après l'élaboration des scénarios types pour évaluer leur portée en s'appuyant sur un échantillon indépendant d'accidents. Chaque cas de ce second échantillon a été analysé et a été apparenté ou non à l'un des scénarios types établis. Ainsi, il a été possible de se prononcer sur la portée (exprimée en pourcentage) de chaque scénario type et de la série de scénarios types par rapport à un échantillon indépendant d'accidents. Le recours à un échantillon indépendant permet par ailleurs d'éliminer un biais d'optimisme qui proviendrait de l'utilisation du même échantillon pour évaluer la portée des scénarios types, que celui ayant servi à leur élaboration (Brenac et *al.*, 2003).

D'autre part, d'autres données ont été collectées pour compléter et approfondir l'analyse des accidents. Il s'agit notamment des plans de ville, de quartiers, correspondant aux lieux des accidents en utilisant notamment différents sites Internet. Les photographies aériennes des

²⁷ M.A.I.S. : Maximum Abbreviated Injury Scale.

²⁸ En revanche, pour les blessures de niveaux M.A.I.S.3 et plus, les auteurs aboutissent à une quasi-exhaustivité des données de Police et de Gendarmerie par rapport aux données de sources médicales.

sites d'accidents ont également été examinées par l'intermédiaire de sites Internet ou des fonds de photographies disponibles au département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Enfin, les photographies au sol du site de l'accident et des conditions d'approche pour chaque impliqué ont été collectées et examinées pour 260 cas d'accidents de l'échantillon initial. Ces photographies ont été collectées par l'intermédiaire de différents sites Internet (et notamment le site <http://www.pagesjaunes.fr> pour les villes les plus importantes) pour 144 cas ou par le biais d'un retour sur site dans 116 cas.

Toutes ces données externes aux procédures d'accidents ont été utilisées pour compléter et enrichir l'analyse de chaque cas d'accident. Nous présentons ci-dessous la méthode d'analyse de l'accident que nous avons adoptée.

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

Nous ne reviendrons pas ici de façon détaillée sur cette méthode d'analyse d'accident qui a déjà été largement décrite et explicitée par ailleurs (voir notamment Ferrandez *et al.*, 1995 ; Brenac, 1997, Brenac et Fleury, 1999). Nous présentons cependant ses principaux fondements ainsi que l'utilisation qui en a été faite dans notre travail de recherche.

Les premières recherches menées en sécurité routière dans le cadre d'investigations en profondeur sur les phénomènes d'accidents, ont montré la complexité de ces phénomènes, leur caractère dynamique et l'importance des aspects temporels dans les phases précédant la collision (Brenac et Fleury, 1999). Ces recherches menées aux Etats-Unis à la fin des années 50, notamment par Baker et Moseley, ont conduit dès cette époque à introduire des modèles d'analyse en phase des accidents, distinguant différentes séquences dans la période qui précède le choc (Baker, 1960, OCDE, 1984). En France, un programme d'investigations en profondeur sur les accidents a été lancé à la fin des années 70 autour de Salon de Provence puis poursuivi par un second programme engagé par l'INRETS au début des années 90. Ces investigations ont conduit à construire un cadre d'analyse s'appuyant sur différents modèles dont un modèle séquentiel de l'accident. Depuis, ce modèle a été adapté pour une utilisation dans le cadre d'études diagnostiques s'appuyant sur l'analyse de procédures d'accidents (Brenac, 1997).

Le modèle séquentiel de l'INRETS considère l'accident comme une succession de phases reliées chronologiquement et causalement. Le déroulement de chaque accident peut alors être segmenté selon les différentes phases suivantes articulées autour de deux ruptures :

- les conditions générales correspondant aux situations les plus en amont de l'activité de déplacement comme le choix de l'itinéraire, le choix du mode, les conditions du trajet, *etc.* ;
- la situation de conduite correspondant aux conditions et à l'activité de conduite sur l'itinéraire ou la section de voie précédant le lieu de l'accident ;
- la situation d'accident qui constitue la première rupture dans la progression du ou des impliqué(s). Quasi-instantanée, elle est caractérisée par un événement (par exemple une manœuvre d'insertion d'un usager non prioritaire en intersection, l'éclatement d'un pneu,

etc.) ou par des conditions cinématiques (par exemple, un niveau de vitesse élevé à l'approche d'un virage difficile) marquant le basculement dans une situation très dégradée (la situation d'urgence décrite ci-dessous) ;

- la situation d'urgence correspondant à la période de temps durant laquelle, seules des manœuvres extrêmes (du point de vue des sollicitations dynamiques) pourraient encore dans certains cas éviter l'accident ;
- La situation de choc correspondant à la seconde rupture c'est-à-dire au choc et à ses suites.

Une telle segmentation permet non seulement de rendre compte de la complexité du déroulement des accidents mais également d'envisager de multiples niveaux possibles de l'action de prévention.

La méthode permettant l'application de ce modèle à l'analyse des accidents lorsque les données utilisées sont les procédures d'accidents établies par les forces de l'ordre (notamment dans le cadre de diagnostics locaux de sécurité) a été décrite dans le rapport Brenac (1997) auquel nous renvoyons le lecteur souhaitant approfondir cette question. Nous pouvons néanmoins rappeler qu'elle consiste pour chaque cas d'accident à prendre connaissance dans un premier temps de la procédure d'accident, et notamment des déclarations des conducteurs, des témoins et des différents indices matériels (traces, positions finales des véhicules, *etc.*). Après cette première prise de connaissance et après avoir surmonté les éventuelles contradictions entre ces différents indices et témoignages, il est alors possible d'identifier l'événement ou les conditions constitutifs de la situation d'accident, c'est-à-dire de la première rupture dans la progression du ou des impliqués. Il s'agit ensuite d'explicitier et de positionner l'ensemble des faits ou événements constituant le déroulement de l'accident dans les différentes phases décrites plus haut. Enfin, il s'agit pour chaque phase, de décrire les différents processus et facteurs de causalité (facteurs accidentogènes, autres éléments explicatifs) ayant déterminé ces faits ou événements. L'ensemble de ce travail d'analyse comporte bien entendu une part d'expertise et d'interprétation, en particulier lorsque les informations disponibles dans la procédure d'accident utilisée sont limitées.

Ce travail d'analyse est pour chaque cas d'accident consigné sur une fiche d'analyse de quelques pages dont un exemple est présenté en annexe 1. Cette fiche d'analyse contient en première page le déroulement du cas étudié décrit selon le modèle séquentiel, un schéma de l'accident ainsi qu'un ensemble de facteurs accidentogènes identifiés. Ces éléments constituent l'essentiel de la fiche d'analyse sur laquelle va reposer l'élaboration des scénarios types, dont la méthode est décrite au point suivant. La fiche d'analyse est cependant complétée par d'autres types d'informations en lien avec l'accident ou avec le lieu où il s'est produit. Il s'agit notamment d'un ensemble d'autres éléments explicatifs de l'accident étudié, de données descriptives relatives à l'accident, aux impliqués ou aux véhicules (comme par exemple la date de l'accident, l'heure, l'âge des impliqués, l'ancienneté des véhicules, *etc.*), de plans de ville ou encore, lorsqu'elles étaient disponibles, de photographies aériennes ou au sol des sites d'accidents et des conditions d'approche des impliqués.

Cette démarche a été adoptée pour les 507 cas d'accident de l'échantillon initial et a notamment permis de disposer d'une fiche d'analyse facilement manipulable et permettant

une remémoration rapide de chaque cas lors de la phase d'élaboration des scénarios types que nous décrivons au point suivant.

5.3 La méthode d'élaboration des scénarios types

La notion de scénario type d'accident a été présentée dans la première partie. Concernant la méthode d'élaboration des scénarios, elle a déjà fait l'objet de diverses publications (voir notamment Brenac et Fleury, 1999, Brenac et *al.*, 2003). Nous y revenons donc dans ce qui suit de façon succincte en rappelant simplement ses principales étapes.

La méthode comporte trois étapes. La première étape consiste à analyser chaque cas de l'échantillon selon la méthode d'analyse séquentielle présentée au point précédent. Concrètement, les résultats de cette première étape se présentent sous la forme de fiches d'analyse décrites plus haut et sur les base desquelles va être effectué le regroupement des cas qui constitue la deuxième étape.

La démarche de regroupement des cas repose sur une comparaison entre cas et sur un jugement global de similarité entre ces cas. D'un point de vue pratique, la démarche de regroupement consiste à prendre dans un ordre aléatoire deux fiches d'analyse parmi l'ensemble des fiches constituées (507 fiches dans notre cas) à lire le déroulement de chacun des deux accidents, à les comparer et à se prononcer sur la ressemblance globale ou non de ces deux cas. Il s'agit alors de répondre à la question : ces deux cas d'accident pris dans leur ensemble correspondent-ils à la même histoire, ont-ils un même « air de famille²⁹ » ? Si les deux cas sont jugés similaires, ils constituent alors un premier groupe de cas et donneront lieu par la suite à la description d'un scénario type³⁰. Sinon, chacun d'entre eux constitue un cas isolé auquel seront éventuellement ajoutés d'autres cas au fur et à mesure de l'avancée du travail, pour ainsi constituer un scénario type. Ensuite, les autres cas (505 autre cas) sont comparés un à un aux cas isolés ou aux groupes de cas déjà constitués. A la fin de cette étape de regroupement, l'ensemble des cas sont répartis dans un nombre relativement limité de groupes d'accidents sur lesquels il va alors être possible de s'appuyer pour décrire les prototypes de déroulement ou scénarios types.

La description sous forme textuelle des prototypes de déroulement d'accident constitue la troisième étape. Ce travail s'appuie d'une part sur la représentation du prototype de

²⁹ Concernant l'argument selon lequel les résultats d'une telle démarche pourraient être variables selon l'analyste effectuant le travail de regroupement, des travaux de recherche publiés ou en cours, montrent une bonne concordance entre les regroupements effectués par différents analystes. Sur ce point, voir notamment (Brenac et Fleury, 1999).

³⁰ « [...] 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 communs. [...] » (Brenac et *al.*, 2003).

déroulement dans la mémoire de l'analyste ayant effectué le regroupement de cas et d'autre part, sur un retour aux différents cas constituant chaque groupe.

Notons que le prototype ne reprend pas nécessairement les traits communs à l'ensemble des cas constituant le groupe mais davantage ceux partagés par la majorité d'entre eux, certains pouvant ainsi avoir certains traits ou caractéristiques plus en marge par rapport aux autres. Il n'y a donc pas identité entre le scénario type et le déroulement de chaque cas mais une plus ou moins grande proximité permettant ainsi de regrouper des cas n'ayant pas nécessairement un déroulement identique mais relevant cependant d'une même problématique de prévention.

Concernant la présentation des scénarios types, des éléments plus précis sont exposés dans le chapitre suivant.

5.4 Présentation générale des scénarios types obtenus

L'analyse des 507 cas de l'échantillon initial, le regroupement des cas jugés similaires, puis le travail de description des prototypes de déroulement correspondant à ces groupes de cas, a conduit à une série de 40 scénarios types. Sur ces 507 cas, 416 cas ont été regroupés et ont servi à l'élaboration des scénarios types, 75 cas sont restés isolés et 91 cas ont été considérés comme non analysables ou indéterminés.

Les cas isolés correspondent à des accidents dont le déroulement est particulier et résulte de circonstances rares, de telle façon qu'il n'a pas été possible de le rapprocher d'un autre cas de l'échantillon d'étude. Dans notre échantillon, il s'agit par exemple, d'un accident impliquant un conducteur de véhicule léger circulant sur une voirie de desserte et à l'approche d'une intersection en « T » avec une rue située sur sa gauche. Peu avant cette intersection, un véhicule de sapeurs pompiers est arrêté avec gyrophares allumés sur la droite de la chaussée. Le conducteur du véhicule léger engage son dépassement en se déportant sur la partie gauche de la chaussée tout en focalisant une grande partie de son attention sur sa droite sur l'intervention des sapeurs-pompiers. Il ne perçoit alors pas un véhicule en provenance d'une rue située sur sa gauche, s'engageant en sens opposé par une manœuvre de tourne à droite et dont le conducteur a l'attention focalisée sur le contrôle du trafic venant de sa gauche. Les deux véhicules se percutent frontalement.

Il serait inexact de considérer ces cas comme des cas uniques dans la mesure où ils peuvent correspondre à des scénarios types rares qui auraient pu être mis en évidence par la prise en compte d'un échantillon plus important d'accidents. Ils n'ont cependant pas été retenus dans la série de scénarios types dans la mesure où, même s'ils ne correspondent pas à des cas uniques, leur part dans la population total des accidents urbains demeurent sans doute assez faible.

Concernant les cas non analysables ou indéterminés, il s'agit pour l'essentiel de cas pour lesquels la procédure contenait trop peu d'information pour permettre une compréhension réelle de l'accident. Il peut par exemple s'agir d'accidents n'impliquant qu'un seul véhicule et où le conducteur est décédé ou blessé grave n'a aucun souvenir des circonstances de

l'accident. Il peut également s'agir d'accidents se produisant en carrefours équipés de feux tricolores et pour lesquels l'absence de déclaration de l'un des impliqués ou de témoins ou encore l'absence d'indices matériels (véhicules déplacés, absence de traces ou traces non relevées par les forces de l'ordre) ne permet généralement pas de comprendre quel impliqué a franchi le feu tricolore au rouge et les raisons de ce franchissement.

Nous présentons dans les deux pages qui suivent la liste des intitulés schématiques (tableau 2) des scénarios types. Cette présentation a pour objectif de fournir une vue d'ensemble des scénarios types obtenus. Elle ne peut cependant suffire à elle seule pour rendre compte de chaque scénario type décrit de façon plus détaillée dans la suite de cette deuxième partie. Notons également que la numérotation des scénarios types utilisée dans cette liste et qui sera par ailleurs reprise par la suite, ainsi que le regroupement des scénarios types par problématiques communes, n'ont été établis qu'après l'élaboration des scénarios types. Il ne s'agit donc que d'une commodité de présentation (et non d'une structuration a priori de l'ensemble des cas).

Tableau 2 : Liste des scénarios types obtenus (intitulés schématiques)

Scénarios types concernant quasi-exclusivement des accidents se produisant en intersection ou liés à des manœuvres d'accès ou de stationnement.

Scénarios types d'accidents concernant des accidents se produisant majoritairement entre véhicules circulant dans le même sens et dans la même file.

Scénarios types d'accidents généralement liés à une perte de contrôle.

Autres scénarios types d'accidents.

Scénarios types concernant des phénomènes de masques à la visibilité hors situation de remontées de files et de dépassement.

Scénarios types concernant d'autres problèmes de non perception (souvent d'un autre usager ; d'une intersection ou d'une perte de priorité dans l'un des scénarios) ou de prise d'information.

Scénarios types concernant des phénomènes de dépassement et de remontée de files de véhicules.

Scénarios types concernant des accidents se produisant en intersections équipées de feux tricolores, où en général l'un des deux impliqués franchit le feu tricolore au rouge.

1. Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire et entrant en collision avec un véhicule initialement masqué lors de la prise d'information.
 2. Conducteur local circulant sur une voie de desserte, négligeant une priorité à droite et entrant en collision avec un usager prioritaire initialement masqué.
 3. Véhicule tournant à gauche en intersection et entrant en collision avec un deux-roues à moteur circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule le précédant.
 4. Circulation d'un deux-roues léger sur un trottoir et collision avec un véhicule sortant d'un accès riverain et initialement masqué.
 5. Jeune cycliste, initialement masqué, s'engageant de façon précipitée sur une voie de circulation et collision avec un véhicule.
-
6. Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse.
 7. Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur.
 8. Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.
 9. Non perception sur l'arrière (dans le rétroviseur) d'un deux-roues à moteur lors d'une manœuvre de demi-tour ou d'insertion.
 10. Gêne liée à un véhicule stationné et déport vers le centre de la chaussée sans percevoir un deux-roues à moteur circulant en sens inverse.
 11. Non perception ou perception tardive d'une intersection ou d'une perte de priorité.
 12. Manœuvre de tourne à droite en intersection et collision avec un véhicule (souvent un deux-roues) circulant dans une voie spécialisée (couloir de bus et/ou bande cyclable).
-
13. Véhicule tournant à gauche en intersection ou vers un accès riverain et collision avec un véhicule, généralement un deux-roues à moteur, le dépassant.
 14. Conducteur inexpérimenté (souvent d'un deux-roues à moteur), style de conduite offensif, fluide, dépassement d'un véhicule arrêté (souvent massif) et collision avec un véhicule circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule dépassé.
 15. Conducteur circulant à un niveau de vitesse inhabituel (souvent trajet urgent), évaluation erronée de la vitesse de progression d'un deux-roues léger effectuant une manœuvre tournante en aval, et collision avec ce deux-roues.
 16. Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et entrant en collision avec l'un des véhicules de la file tournant à gauche.
 17. Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule, initialement masqué et franchissant la file de véhicules.
 18. Deux-roues à moteur circulant entre deux files de véhicules ralentis et entrant en collision avec un véhicule changeant de voie de circulation.
 19. Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et non perçu par un conducteur s'insérant depuis le même côté de la file.
-
20. Non perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.
 21. Franchissement en début de feu rouge (sous forte contrainte temporelle) et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.
 22. Arrêt momentané en aval d'un feu tricolore (souvent dû au trafic), non perception du passage au rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.
 23. Jeune conducteur franchissant de façon volontaire un feu rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.
 24. Collision entre deux véhicules dans un carrefour à feux ne fonctionnant pas ou fonctionnant au jaune clignotant.
-
25. Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents, généralement arrêtés ou très ralentis.
 26. Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval.
 27. Événement extérieur contraignant un conducteur à freiner brusquement, surprenant le conducteur le suivant.
 28. Choc arrière entre deux véhicules approchant un cédez-le-passage. Le second conducteur, prenant de l'information sur le trafic prioritaire, n'anticipe pas l'arrêt du premier.
-
29. Conducteur inexpérimenté en perte de contrôle en courbe, souvent liée à une approche rapide.
 30. Conducteur sous l'influence de l'alcool (souvent fortement) perdant le contrôle de son véhicule (le plus souvent en courbe).
 31. Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée).
 32. Perte de contrôle suite à une focalisation momentanée de l'attention sur une tâche annexe.
 33. Perte de contrôle liée à un assoupissement ou un endormissement.
 34. Perte de contrôle suite à un changement de file ou au déport d'un véhicule en aval.
-
35. Conducteur traversant la voie d'un véhicule prioritaire et collision avec ce véhicule suite à une évaluation erronée de sa vitesse d'approche.
 36. Usager lent s'insérant sur une infrastructure roulante et percuté par un véhicule souvent rapide.
 37. Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues.
 38. Conducteur de deux-roues engageant soudainement (souvent enfant, attention focalisée) une manœuvre de tourne à gauche en direction du trottoir opposé et percuté par un véhicule survenant derrière lui.
 39. Manœuvre de marche arrière et non perception d'un cycle.
 40. Circulation d'un deux-roues sur un trottoir et collision avec un véhicule non masqué en provenance d'une rue secondaire.

Le premier groupe de scénarios types (scénario types 1 à 5) concerne des accidents entre deux usagers qui, en général, se perçoivent mutuellement très tardivement en raison d'une obstruction à la visibilité ou de conditions de visibilité défavorables. Ce groupe de scénarios types rassemble 34 cas sur l'ensemble des 416 cas analysables de l'échantillon initial soit environ 8 %.

Les scénarios types 6 à 12 concernent généralement des accidents où un conducteur effectue une manœuvre non prioritaire (manœuvre d'insertion en intersection par exemple) sans percevoir un autre usager. Mais, contrairement au premier groupe de scénarios types, il n'y a pas ici d'influence d'une obstruction à la visibilité, ou, si elle intervient, son rôle n'est pas central dans le déroulement de l'accident. Un scénario type mettant en évidence des phénomènes de non perception d'une intersection ou d'une perte de priorité ainsi qu'un scénario mettant en jeu des problèmes de prise d'information sont également présentés dans ce groupe. Ce groupe de scénarios types rassemble par ailleurs 92 cas des 416 procédures d'accidents analysables de l'échantillon initial soit environ 22 % des cas.

Les scénarios types 13 à 19 mettent tous en évidence des accidents impliquant deux usagers, l'un des deux (qui est généralement un deux-roues à moteur) effectuant une manœuvre de dépassement ou de remontée d'une file de véhicules. Ces scénarios types regroupent environ 15 % des cas analysables de l'échantillon ayant servi à leur élaboration.

Les scénarios types 20 à 24 décrivent des accidents impliquant deux usagers et se produisant dans des carrefours équipés d'une signalisation tricolore, avec en général franchissement d'un feu rouge par l'un des deux conducteurs. Le scénario type 24 qui concerne des accidents se produisant dans des carrefours à feux ne fonctionnant pas ou fonctionnant au jaune clignotant, est également présenté dans ce groupe qui rassemble environ 7 % des cas analysables de l'échantillon initial.

Les scénarios types 25 à 28 décrivent généralement des collisions par l'arrière impliquant au moins deux usagers (collision en chaîne dans quelques cas) circulant dans le même sens et dans la même file de circulation. Ils regroupent environ 14 % des cas d'accidents analysables de l'échantillon initial.

Les scénarios types 29 à 34 décrivent des phénomènes de perte de contrôle, souvent en courbe et rassemblent 48 cas d'accidents soit environ 12 % de l'échantillon initial. Enfin, un dernier groupe, intitulé « autres scénarios types d'accidents » regroupe des scénarios types d'accident, élaborés à partir d'un nombre plus restreint de cas et décrivant des accidents au déroulement plus particulier (ils représentent au total environ 5 % des cas).

Enjeux associés aux différents scénarios types

L'utilisation du seul échantillon initial pour le calcul des proportions associées aux différents scénarios types, serait affectée d'un biais d'optimisme et nous amènerait ainsi à surévaluer ces proportions. C'est la raison pour laquelle, un second échantillon indépendant de 100 procédures d'accidents issues du même fichier et de la même année a été utilisé. Chaque procédure a fait l'objet d'une analyse et a été affectée ou non à l'un des scénarios types obtenus. Les résultats de cette affectation sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Taux de recouvrement des accidents de l'échantillon servant à l'évaluation de la portée des scénarios types par les scénarios types élaborés à partir de l'échantillon initial

	Echantillon initial ayant servi à l'élaboration des scénarios types	Echantillon ayant servi à l'évaluation de la portée des scénarios types
Nombre de cas constituant l'échantillon	507	100
Cas de l'échantillon regroupés au sein des scénarios types ou affectés aux scénarios types établis	341	65
Cas isolés	75	15
Cas non analysables ou indéterminés	91	20
Nombre total de cas analysables	416	80
Proportion de cas regroupés au sein des scénarios types ou affectés aux scénarios types par rapport au total des cas analysables	82 %	81 %
Intervalle de confiance à 90 % (loi binomiale) de cette proportion dans la population générale des cas	-	(74,5 % ; 87,9 %)

Sur la base de ces résultats, on peut donc estimer que les quarante scénarios types obtenus sont aptes à rendre compte d'environ 81 % (74,5 à 87,9 %) des cas d'accidents corporels se produisant en milieu urbain, n'impliquant pas de piétons et recensés en France par les forces de Police et de Gendarmerie au cours de l'année 2000.

Par ailleurs, l'utilisation du second échantillon, indépendant de l'échantillon initial, a également permis de quantifier l'enjeu associé à chaque scénario type construit à partir de l'échantillon initial. La démarche adoptée reprend celle exposée par Brenac et *al.* (2003). Le tableau présenté à la page suivante en présente les résultats finaux³¹. Les scénarios types correspondant à un enjeu supérieur à 2 % sont représentés en gras.

³¹ Les effectifs détaillés par scénario type ayant servi au calcul des enjeux sont présentés dans l'annexe 2.

Tableau 4 : Estimation de l'enjeu en pourcentage de la population des accidents corporels urbains sans piéton impliqué recensés en France, associé à chaque scénario type (et effectifs et intervalles de confiance à 90%)*

Scénarios types d'accidents (intitulés schématiques)	Effectifs	Enjeu en %	I.C. à 90%
1. Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire et entrant en collision avec un véhicule initialement masqué lors de la prise d'information.	27	5,4	(3,8 ; 7,4)
2. Conducteur local circulant sur une voie de desserte, négligeant une priorité à droite et entrant en collision avec un usager prioritaire initialement masqué.	7	1,4	(0,7 ; 2,6)
3. Véhicule tournant à gauche en intersection et entrant en collision avec un deux-roues à moteur circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule le précédant.	4	0,8	(0,3 ; 1,8)
4. Circulation d'un deux-roues léger sur un trottoir et collision avec un véhicule sortant d'un accès riverain et initialement masqué.	3	0,6	(0,2 ; 1,5)
5. Jeune cycliste, initialement masqué, s'engageant de façon précipitée sur une voie de circulation et collision avec un véhicule	3	0,6	(0,2 ; 1,5)
6. Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse.	37	7,4	(5,6 ; 9,6)
7. Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur.	32	6,4	(4,7 ; 8,5)
8. Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.	12	2,4	(1,4 ; 3,9)
9. Non perception sur l'arrière (dans le rétroviseur) d'un deux-roues à moteur lors d'une manœuvre de demi-tour ou d'insertion.	6	1,2	(0,5 ; 2,4)
10. Gêne liée à un véhicule stationné et déport vers le centre de la chaussée sans percevoir un deux-roues à moteur circulant en sens inverse	5	1,0	(0,4 ; 2,1)
11. Non perception ou perception tardive d'une intersection ou d'une perte de priorité.	8	1,6	(0,8 ; 2,9)
12. Manœuvre de tourne à droite en intersection et collision avec un véhicule (généralement un deux-roues) circulant dans une voie spécialisée (couloir de bus et/ou bande cyclable).	14	2,8	(1,7 ; 4,4)
13. Véhicule tournant à gauche en intersection ou vers un accès riverain et collision avec un véhicule, généralement un deux-roues à moteur, le dépassant.	31	6,2	(4,5 ; 8,3)
14. Conducteur inexpérimenté (souvent d'un deux-roues à moteur), style de conduite offensif, fluide, dépassement d'un véhicule arrêté (souvent massif) et collision avec un véhicule circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule dépassé.	3	0,6	(0,2 ; 1,5)
15. Conducteur circulant à un niveau de vitesse inhabituel (souvent trajet urgent), évaluation erronée de la vitesse de progression d'un deux-roues léger effectuant une manœuvre tournante en aval, et collision avec ce deux-roues.	2	0,4	(0,1 ; 1,3)
16. Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et entrant en collision avec l'un des véhicules de la file tournant à gauche.	14	2,8	(1,7 ; 4,4)
17. Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule, initialement masqué et franchissant la file de véhicules.	11	2,2	(1,2 ; 3,6)
18. Deux-roues à moteur circulant entre deux files de véhicules ralentis et entrant en collision avec un véhicule changeant de voie de circulation.	5	1,0	(0,4 ; 2,1)
19. Deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et non perçu par un conducteur s'insérant depuis le même côté de la file.	2	0,4	(0,1 ; 1,3)
20. Non perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.	14	2,8	(1,7 ; 4,4)

21. Franchissement en début de feu rouge (sous forte contrainte temporelle) et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.	11	2,2	(1,2 ; 3,6)
22. Arrêt momentané en aval d'un feu tricolore (souvent dû au trafic), non perception du passage au rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.	2	0,4	(0,1 ; 1,3)
23. Jeune conducteur franchissant de façon volontaire un feu rouge et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.	4	0,8	(0,3 ; 1,8)
24. Collision entre deux véhicules dans un carrefour à feux ne fonctionnant pas ou fonctionnant au jaune clignotant.	4	0,8	(0,3 ; 1,8)
25. Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents généralement arrêtés ou très ralentis.	34	6,8	(5,0 ; 9,0)
26. Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval.	23	4,6	(3,2 ; 6,5)
27. Événement extérieur contraignant un conducteur à freiner brusquement, surprenant le conducteur le suivant.	6	1,2	(0,5 ; 2,4)
28. Choc arrière entre deux véhicules approchant un cédez-le-passage. Le second conducteur, prenant de l'information sur le trafic prioritaire, n'anticipe pas l'arrêt du premier.	3	0,6	(0,2 ; 1,5)
29. Conducteur inexpérimenté en perte de contrôle en courbe, souvent liée à une approche rapide.	15	3,0	(1,9 ; 4,6)
30. Conducteur sous l'influence de l'alcool (souvent fortement) perdant le contrôle de son véhicule (le plus souvent en courbe).	20	4,0	(2,7 ; 5,8)
31. Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée).	5	1,0	(0,4 ; 2,1)
32. Perte de contrôle suite à une focalisation momentanée de l'attention sur une tâche annexe.	5	1,0	(0,4 ; 2,1)
33. Perte de contrôle liée à un assoupissement ou un endormissement.	3	0,6	(0,2 ; 1,5)
34. Perte de contrôle suite à un changement de file ou au déport d'un véhicule en aval.	4	0,8	(0,3 ; 1,8)
35. Conducteur traversant la voie d'un véhicule prioritaire et collision avec ce véhicule suite à une évaluation erronée de sa vitesse d'approche.	9	1,8	(0,9 ; 3,1)
36. Usager lent s'insérant sur une infrastructure roulante et percuté par un véhicule souvent rapide.	5	1,0	(0,4 ; 2,1)
37. Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues.	5	1,0	(0,4 ; 2,1)
38. Conducteur de deux-roues engageant soudainement (souvent enfant, attention focalisée) une manœuvre de tourne à gauche en direction du trottoir opposé et percuté par un véhicule survenant derrière lui.	4	0,8	(0,3 ; 1,8)
39. Manœuvre de marche arrière et non perception d'un cycle.	2	0,4	(0,1 ; 1,3)
40. Circulation d'un deux-roues sur un trottoir et collision avec un véhicule non masqué en provenance d'une rue secondaire.	2	0,4	(0,1 ; 1,3)

* Les effectifs et les proportions présentés ici sont obtenus à partir de l'échantillon total (échantillon ayant servi à l'élaboration des scénarios types et échantillon ayant servi à évaluer leur portée).

Il convient cependant de rester prudent face à de telles estimations des enjeux associés à chacun des scénarios types. Les données d'accidents que nous utilisons s'appuient en effet sur les accidents recensés par les forces de l'ordre qui, comme nous l'avons vu plus haut, ne sont pas exhaustives par rapport à l'ensemble des accidents se produisant réellement et donnant lieu à des soins médicaux. Il est par exemple possible que la proportion des accidents relevant du scénario type 4 où un deux-roues léger circule sur un trottoir et entre en collision avec un véhicule sortant d'un accès soit sous-évaluée. La gravité de ces accidents paraît en effet relativement limitée du fait notamment des faibles vitesses pratiquées et ainsi ne conduit pas nécessairement à l'intervention de services de secours ou de police, ni à l'établissement d'une procédure d'accident. Les travaux de Laumon et Martin (2002) montrent en effet que les

accidents impliquant des deux-roues, y compris avec tiers, figurent parmi les accidents les moins bien recensés par les forces de police et de gendarmerie, notamment lorsqu'ils occasionnent des blessures légères. Si l'on s'appuie sur ces travaux, on peut également penser par exemple, que la proportion des accidents relevant du scénario type 29 où un conducteur perd le contrôle de son véhicule dans une courbe, soit sous-évaluée dans la mesure où d'après Laumon et Martin, les accidents impliquant un seul véhicule figurent parmi les accidents les moins bien recensés par les forces de l'ordre et cela y compris dans le cas de blessures modérées à graves.

Malgré cette réserve, on peut cependant remarquer que certains scénarios types représentent un enjeu important dans la population des accidents urbains n'impliquant pas de piéton et que, au contraire, d'autres sont beaucoup moins représentés. Ainsi notons que :

- 24 scénarios types représentent 70,4 % des cas accidents mais,
- 14 d'entre eux représentent plus de la moitié des cas (59,5 %) et,
- 6 d'entre eux représentent plus d'un tiers des cas (36,8 %).

Ces scénarios types sont présentés en détail dans les chapitres suivants, accompagnés pour les vingt-cinq premiers d'entre eux d'un ensemble de réflexions relatives aux possibilités de mesures préventives.

Chapitre 6 :

Présentation détaillée des scénarios types 1 à 5 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives

Ce chapitre et les chapitres suivants sont consacrés à la description détaillée et documentée des quarante scénarios types d'accidents élaborés à partir de l'échantillon initial. Les scénarios types sont présentés successivement par groupe de scénarios types³². A la suite de chaque scénario type, un ensemble non exhaustif de réflexions relatives aux possibilités de mesures de prévention (s'appuyant notamment sur des investigations dans la littérature scientifique internationale en sécurité routière) est également proposé.

Avant de procéder à la description détaillée des cinq premiers scénarios types, objet du présent chapitre, il convient d'exposer dans une section préliminaire la structure de présentation que nous avons adoptée pour présenter chaque scénario type ainsi que les différentes sous-sections (facteurs accidentogènes, autres éléments explicatifs, facteurs de gravité, autres aspects relatifs au déroulement de l'accident, dommages corporels et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives) qui accompagnent sa description.

6.1 Préliminaire

Nous présentons ici la structure de présentation que nous avons adoptée pour présenter les scénarios types d'accidents et les différentes sections qui accompagnent leur description. Cette structure de présentation reprend celle qui a été utilisée dans de précédentes publications portant sur les scénarios types d'accident (voir notamment Megherbi, 1999 et plus récemment, Brenac et *al.*, 2003).

³² Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre précédent, ces groupes n'ont été établis qu'après l'élaboration des scénarios types. Il ne s'agit donc que d'une commodité de présentation (et non d'une structuration a priori de l'ensemble des cas).

Pour chaque scénario type, nous présentons dans un premier temps le déroulement type construit à partir des différents cas constituant le scénario. Il se présente sous une forme structurée selon le modèle d'analyse séquentielle de l'accident (Brenac, 1997) qui distingue les quatre phases suivantes : la situation de conduite, la situation d'accident, la situation d'urgence et la situation de choc (voir chapitre 3). Pour chacune de ces phases, le déroulement prototypique du scénario type apparaît en caractère gras. D'autres éléments destinés à apporter des précisions notamment sur la fréquence des traits prototypiques ou de certains traits minoritaires ou sur certaines caractéristiques descriptives pour lesquelles il n'apparaît pas de tendance lourde justifiant de les faire apparaître dans le prototype (comme par exemple les types d'impliqués rencontrés dans les cas, le type d'intersection, *etc.*) apparaissent en caractère maigre. Cette présentation très détaillée et documentée des scénarios types reprend celle qui a été utilisée dans la référence (Brenac et *al.*, 2003). Une telle présentation permet en effet de faire émerger un certain nombre de possibilités de prévention et d'évaluer la (les) mesure(s) ou la combinaison de mesures susceptibles d'éviter le plus grand nombre de cas du scénario type. D'après ces auteurs, une telle présentation comporte également un intérêt pour un praticien souhaitant affecter un ensemble de cas aux scénarios types établis. Elle lui permet en effet, en cas de doute sur l'affectation d'un cas présentant une similitude plus ou moins grande avec le prototype, de le comparer à certains cas minoritaires du scénario type et présentant une parenté relativement importante avec le cas étudié³³.

A la suite de chaque déroulement type, sont recensés un ensemble de facteurs accidentogènes identifiés dans les différents cas constituant le scénario type. La revue bibliographique de Saad (1985), portant sur plusieurs programmes d'investigation en profondeur de cas d'accidents, a montré la diversité des définitions de la notion de facteur accidentogène et la variabilité du cadre de référence retenu dans ces études pour évaluer le rôle causal ou non du facteur identifié. Pour notre part, nous avons retenu la définition utilisée à l'INRETS depuis plusieurs années et qui considère un facteur accidentogène comme un état d'un des composants du système homme / véhicule / infrastructure-environnement qui a été une condition nécessaire mais non suffisante dans l'occurrence de l'accident et sur lequel une action de prévention serait envisageable (Brenac, 1997). Ce critère d'action possible de prévention s'appuie sur un cadre de référence implicite par rapport à un champ d'actions envisageables. Nous avons par exemple considéré que l'aménagement plan des intersections urbaines, engendrant des croisements et des accidents entre mouvements de direction différente, ne pouvait être considéré comme facteur accidentogène, bien qu'on puisse imaginer qu'un aménagement dénivelé des intersections – avec passage en souterrain par exemple – pourrait être un moyen efficace pour limiter les accidents se produisant en

³³ Prenons l'exemple d'un praticien confronté à un cas d'accident lié au dépassement par la droite par un deux-roues motorisé, d'une file de véhicules arrêtés et heurtant à hauteur d'une intersection, un véhicule qui circule en sens inverse, tourne à gauche et franchit la file de véhicules en direction d'une autre rue. Ce cas pourrait être considéré par le praticien comme non affectable au scénario type 17 (décrit dans le chapitre 8) si celui-ci ne mentionnait que les cas majoritaires de remontée de files par la gauche des deux-roues motorisés qui entrent en collision avec un véhicule en provenance d'une rue située sur la droite et franchissant la file de véhicules. Nous considérons pour notre part que les mécanismes d'accidents à l'œuvre sont dans les deux cas semblables et que la large importance de la chaussée à hauteur de l'intersection constitue dans les deux cas l'un des principaux facteurs accidentogènes. On voit ici l'intérêt opérationnel d'une description très détaillée et documentée des scénarios types qui mentionne de façon explicite certains cas présentant des traits minoritaires. Cette description précise permet au praticien d'affecter plus aisément les cas présentant une parenté plus lointaine avec le prototype.

intersection. Il est en effet difficile d'envisager une mise en place systématique sur l'ensemble du territoire français, d'aménagements dénivelés à hauteur des intersections urbaines, ce qui engendrerait d'ailleurs bien d'autres inconvénients, y compris en matière de sécurité routière.

D'autre part, un élément sur lequel on ne peut envisager d'agir directement ne peut pas non plus être considéré comme un facteur accidentogène (tel que nous l'avons défini). Par exemple, la non familiarité des lieux pour un conducteur approchant d'un carrefour (le contraignant à focaliser une part importante de ses ressources attentionnelles sur la recherche de sa direction et ne lui permettant ainsi pas de percevoir la présence d'un feu tricolore au rouge qu'il franchit avant d'entrer en collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert) ne peut pas être considérée comme un facteur accidentogène. Il apparaît en effet difficile d'envisager une action directe³⁴ sur cet élément. En revanche, il est nécessaire de conserver ce type d'information utile à la compréhension de l'accident.

C'est la raison pour laquelle, à la suite des facteurs accidentogènes, sont recensés, de façon bien entendu non exhaustive, certains « autres éléments explicatifs » de l'accident qui sont des états des composants du système homme / véhicule / environnement identifiés comme ayant été nécessaires pour que l'accident se produise mais pour lesquels (à la différence des facteurs accidentogènes) une action de prévention est difficilement envisageable (Brenac, 1997). En plus de la méconnaissance d'un lieu, évoquée ci-dessus, on peut par exemple citer : le jeune âge d'un conducteur favorisant l'adoption d'un style de conduite offensif, démonstratif, la grande habitude pour un conducteur d'un trajet favorisant un prélèvement d'information limité et contribuant à la perception tardive d'un événement inhabituel, la chaussée mouillée favorisant l'échec de freinages d'urgence, les mauvaises conditions de visibilité liées au brouillard, *etc.*

A la suite des éléments mentionnés ci-dessus, nous apportons certaines précisions sur d'autres aspects relatifs au déroulement de certains cas. Il s'agit généralement ici de processus (et non d'états) qui peuvent être utiles à la compréhension de certains cas du scénario type. (Brenac et *al.*, 1996). On peut, par exemple, citer le cas de la focalisation de l'attention d'un très jeune cycliste sur une personne qu'il aperçoit de l'autre côté de la voie sur laquelle il circule. Cette focalisation de l'attention contribue alors à une absence de prise d'information de sa part sur le trafic venant de l'arrière. Il est alors percuté lorsqu'il engage une manœuvre de tourne à gauche par un véhicule survenant derrière lui (voir le scénario type 38 décrit dans le chapitre 12).

Nous mentionnons ensuite quelques éléments n'ayant pas eu d'influence dans la genèse de l'accident mais ayant contribué à une plus grande sévérité du choc et/ou des dommages. Il s'agit le plus souvent d'obstacles heurtés par le ou les véhicules ou encore le non port d'équipements de sécurité par le(s) occupant(s) du ou des véhicules impliqués. Enfin, nous terminons par une section relative aux dommages corporels. Il s'agit ici de fournir un certain nombre d'informations relatives aux blessures afin de pouvoir apprécier le niveau de gravité

³⁴ Il n'est pas même certain qu'une action indirecte telle qu'un système de guidage embarqué pouvant faciliter la recherche directionnelle, soit de nature à améliorer ce type de situation, puisque de tels systèmes sont consommateurs de ressources mentales et d'attention. Une simplification de l'intersection pourrait paraître préférable, par exemple.

du scénario type d'accident décrit. Nous nous sommes pour cela appuyés sur les certificats médicaux joints aux procédures d'accident³⁵. Comme dans les travaux de Brenac et *al.* (2003), nous distinguons les personnes très légèrement blessées (souffrant de contusions ou de traumatismes légers) des autres blessés. Bien entendu, ces éléments doivent être considérés avec prudence, dans la mesure où nous n'avons pas eu recours à des compétences médicales pour effectuer ce travail.

A la suite de la description du déroulement type et des différents éléments décrits ci-dessus, une partie de discussion relative notamment aux possibilités de mesures préventives (principalement au moyen de l'aménagement des voies urbaines) est entreprise. Cette partie vise dans un premier temps à exposer quels sont les problèmes de sécurité identifiés dans le scénario type (un masque à la visibilité important en intersection par exemple). Elle vise ensuite à déterminer quels sont les objectifs à rechercher en termes de modification du système en jeu (améliorer les conditions de visibilité dans l'exemple pris ci-dessus). Enfin, il s'agit d'en déduire quels sont les principes d'aménagement à préconiser (dans notre exemple, la réorganisation du stationnement dans le but d'interrompre les files de véhicules en stationnement et ainsi d'améliorer les conditions de visibilité) et quels sont les éventuels aménagements de détail à mettre en œuvre (avancées de trottoir par exemple) pour limiter la fréquence et la gravité du type d'accident étudié.

Concernant ces deux derniers points, nous nous appuyons sur des investigations dans la littérature scientifique internationale en sécurité routière, et sur l'expertise des chercheurs du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Ces éléments doivent bien entendu être considérés comme un point de vue sur les possibilités de mesures préventives et non comme un « état de l'art ». D'autre part, le lecteur pourra déduire de sa propre expertise et de sa connaissance du terrain d'autres possibilités de mesures de prévention au-delà de celles mentionnées dans cette partie.

La structuration sous forme de problèmes de sécurité, d'objectifs et de principes d'aménagement a été adoptée en cohérence avec les travaux de formalisation de connaissances relatives à la prévention (correspondant aux différents scénarios types) déjà engagés par le CRIP5 de l'Université Paris V en liaison avec le département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS concernant les scénarios d'accidents de piétons. Nous sollicitons l'indulgence du lecteur concernant les inévitables redondances résultant des liens entre les problèmes, les objectifs et les principes d'aménagement (les objectifs répondant aux problèmes et les principes permettant souvent d'atteindre les objectifs). D'autre part, il convient également d'avertir le lecteur de certaines redondances entre les discussions relatives aux différents scénarios types, notamment en ce qui concerne les problèmes et les objectifs. C'est le cas de la vitesse par exemple, qui apparaît souvent comme problème de sécurité et sa réduction comme objectif. Néanmoins, le détail des objectifs de réduction des vitesses et les principes d'aménagement pour diminuer les vitesses peuvent être différents d'un scénario

³⁵ Il est en effet insuffisant de s'appuyer uniquement sur la distinction faite dans la procédure d'accident par les forces de l'ordre, entre les notions de « blessés légers » et de « blessés graves ». Laumon et Martin (2002) montrent en effet qu'en prenant en compte l'échelle de gravité MAIS (échelle de gravité évaluée par des médecins), « à peine une victime sur deux, considérée comme gravement blessée dans les BAAC, l'est réellement » (Laumon et Martin, 2002, p.280).

type à l'autre, justifiant ainsi que cette thématique apparaisse avec des nuances, en divers endroits.

Une des limites de ce travail est qu'il traite principalement des possibilités de mesures de prévention par l'aménagement des voiries urbaines. Quelques éléments relatifs au conducteur et au véhicule sont dans certains cas mentionnés. Ils ne sont alors évoqués qu'à titre de réflexion et devraient bien entendu faire l'objet d'investigations plus poussées. Concernant l'éventuelle contribution de systèmes technologiques (faisant notamment appel aux techniques et technologies de l'information, de la transmission et de l'automatique) comme moyen de prévention, ces alternatives n'ont volontairement pas été évoquées dans la mesure où d'après Brenac et *al.* (2003), il existe dans ce domaine, peu d'études d'évaluation ex post de leurs effets sur la sécurité, alors qu'il existe d'importants risques de rétroaction et de compensation comportementale liés à l'utilisation de tels systèmes, susceptibles d'annihiler voire d'inverser les gains de sécurité escomptés.

Une autre limite de ce travail réside dans le fait que les perspectives de prévention évoquées ne concernent que très rarement les phases les plus en amont de l'accident. Comme le notent Brenac et *al.* (2003), cela tient bien entendu aux données d'accidents de type « procès-verbaux » qui ne permettent que rarement de se prononcer sur les motifs du choix modal, du choix de l'itinéraire, ni de détailler de façon très complète le contexte amont du déplacement. D'autre part, les recherches dans ce domaine restent à ce jour parcellaires et il n'existe guère de connaissances bien établies montrant les effets positifs de stratégies d'action portant sur ces aspects « amont » (voir par exemple au chapitre 1 les éléments que nous avons présentés concernant les effets sur la sécurité routière du développement des transports collectifs).

Chaque scénario type, ainsi que les éléments de discussion qui l'accompagnent, sont présentés dans les différents chapitres qui suivent selon la structure qui vient d'être exposée. Nous présentons dans ce qui suit les cinq premiers scénarios types qui mettent tous en évidence des phénomènes d'accidents lié à une obstruction (fixe ou mobile) à la visibilité. Pour chacun d'entre eux, une discussion relative aux moyens possibles de prévention est également proposée.

6.2 Présentation détaillée du scénario type 1

Scénario type 1

(décrit sur la base de 18 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un deux-roues à moteur dans 10 cas - cyclomoteur de type scooter dans 8 cas, motocyclette dans 2 cas -, un véhicule léger dans 6 cas, un véhicule utilitaire léger dans 1 cas, un poids lourd dans 1 cas) **circule sur une voie urbaine généralement large** (13 cas). **Un véhicule 2, non prioritaire** (16 cas), **en provenance d'une autre rue** (9 cas) **ou en provenance d'un accès riverain** (9 cas) **s'apprête à s'insérer** (par une manœuvre de tourne à gauche dans 12 cas, de tourne à droite dans 2 cas) **sur la voie sur laquelle circule le véhicule 1, ou à la traverser** (4 cas).

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 2, ayant la visibilité masquée (par un ou plusieurs véhicule(s) en stationnement (11 cas), par un mur d'habitation et une courbe (3 cas), par un mur d'habitation uniquement (3 cas), par un arbre (1 cas)) **s'avance le plus souvent légèrement pour pallier le manque de visibilité (12 cas) ou engage sa manœuvre pensant que la voie est libre (6 cas) alors que le véhicule 1 survient. La perception mutuelle est tardive, voire nulle dans quelques cas.**

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 n'a pas le temps de réagir (8 cas) ou effectue une manœuvre d'urgence (freinage dans 6 cas, déport latéral dans 1 cas). 3 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Largeur de chaussée relativement importante (13 cas : dont chaussée bidirectionnelle à 2 voies dans 10 cas (largeurs : 7,80 m, 7,90 m ; 7,90 m ; 8 m ; 8,50 m ; 10 m ; 10 m ; 10 m ; 10,10 m ; 10,80 m), et chaussée à sens unique dans 3 cas (largeurs totales : 4,90 m ; 7,80 m ; 11,40 m)) favorisant la pratique de niveaux de vitesses inadaptés par rapport au contexte (présence de véhicules généralement non prioritaires, initialement masqués et s'engageant sur l'axe prioritaire sans visibilité) ;
- présence de véhicules en stationnement (sur chaussée) à proximité immédiate d'une intersection (4 cas) ou d'un accès riverain (6 cas) générant des effets de masque à la visibilité ;
- présence d'autres types de masques à la visibilité dans une intersection (5 cas) ou à hauteur d'un accès riverain (3 cas) : il s'agit de murs d'habitations à proximité immédiate de la chaussée dans 5 cas, combinée à la présence d'un poteau électrique sur le trottoir dans l'un de ces cas ; dans deux autres cas, la visibilité est masquée à la fois par la présence de murs d'habitation mais également par une courbe ; dans un autre cas, la visibilité est masquée par la présence d'un mur d'habitation, de végétations et par un virage ; dans le dernier un cas, il s'agit d'un arbre implanté à l'angle d'une intersection) ;
- faible perceptibilité en approche de la présence d'une intersection pour un conducteur (véhicule 1) ne connaissant pas les lieux (1 cas) ou de la présence d'une sortie de parking (3 cas), n'ayant pas favorisé une prévision de l'éventuelle insertion d'un autre véhicule et n'ayant ainsi pas conduit à une réduction de sa vitesse ;
- aménagement d'une aire de stationnement pour poids lourds à l'angle d'une intersection générant des effets de masques à la visibilité (1 cas) ;
- jeune âge et/ou inexpérience pour le conducteur du véhicule 1 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle insertion d'un véhicule dans une intersection, à hauteur d'un accès, ou en sortie de courbe où la visibilité est masquée (10 cas : âge des conducteurs : 14 ans ; 16 ans ; 16 ans ; 18 ans ; 18 ans ; 21 ans ; 21 ans ; 22 ans ; 25 ans ; 25 ans ; années de permis de conduire dans les cas de véhicules nécessitant un permis de conduire : 1 an ; 2 ans et 3 mois) ;

- expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule 2 limitant ses capacités de prévision sur l'éventuelle présence d'un véhicule circulant sur l'axe prioritaire et ayant favorisé une prise d'information sommaire (3 cas : 1 an et 6 mois de permis de conduire dans un cas, 1 an et 7 mois de permis dans un cas et cyclomotoriste de 19 ans un cas) ;
- conditions de travail d'un coursier (1 cas) ou d'un chauffeur-livreur (1 cas) favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues à moteur (8 cas) ;
- cyclomoteur à caractère sportif favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- motocyclette puissante favorisant la pratique d'un niveau de vitesse élevé (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 1 n'ayant pas favorisé la réduction de sa vitesse à l'approche d'une intersection (7 cas) ;
- jeune âge du conducteur du véhicule 1 (de sexe masculin) favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide et/ou démonstratif et inadapté au contexte (9 cas : âge des conducteurs : 14 ans ; 16 ans ; 16 ans ; 16 ans ; 18 ans ; 18 ans ; 21 ans ; 22 ans ; 25 ans) ;
- grande habitude des lieux pour un conducteur habitant à proximité des lieux de l'accident favorisant une prise d'information « automatique » et sommaire et ayant pu contribuer à la perception tardive du véhicule prioritaire (3 cas) ;
- caractère peu circulé d'une voie de desserte favorisant un engagement relativement rapide dans une intersection avec une prise d'information sommaire (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans l'un des cas, la visibilité en intersection sur l'axe prioritaire étant masquée par un mur d'habitation, le conducteur prend de l'information dans un miroir implanté à l'angle de l'intersection qui est en partie masqué par des volets d'habitation ouverts. Il ne perçoit alors pas un deux-roues à moteur circulant sur l'axe prioritaire ;
- dans un cas, le conducteur d'une motocyclette circulant dans une contre-allée a son attention en partie focalisée sur la recherche d'une place de stationnement. Il ne perçoit alors que très tardivement un véhicule s'engageant devant lui et initialement masqué. Dans un autre cas, il s'agit d'un jeune cyclomotoriste ayant momentanément l'attention focalisée sur un parking situé sur la gauche de la voie et ne percevant que très tardivement un véhicule, initialement masqué et en provenance d'un parking situé sur sa droite ;
- dans un cas, le conducteur d'un cyclomoteur sortant d'un accès et souhaitant traverser une voie urbaine en direction d'une autre rue, a son attention en partie consacrée à son passager avec qui il discute. Il engage alors sa manœuvre après une prise d'information sommaire et malgré une visibilité masquée par un véhicule en stationnement ;
- dans un cas, l'heure tardive (23h00) et le trafic faible à cette heure de la journée ont favorisé et ont permis la pratique d'un niveau de vitesse très élevé et inadapté au contexte (supérieur à 100 km/h d'après les traces).

Facteurs de gravité :

- Non port de la ceinture de sécurité par le conducteur d'un véhicule léger (1 cas) ou d'un poids lourd (1 cas) ;

- grand âge et fragilité d'un conducteur (1 cas : conducteur âgé de 87 ans) ;
- présence d'un véhicule en stationnement sur la chaussée et sur lequel est projeté le conducteur d'un cyclomoteur suite à la collision avec le véhicule s'insérant sur sa trajectoire (1 cas) ;
- agressivité lors d'un choc d'un véhicule utilitaire léger (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont légères dans 8 cas. Il s'agit essentiellement de contusions, de traumatismes plus ou moins légers (traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale par exemple), d'hématomes ou de légères plaies. Néanmoins, les accidents de ce scénario type impliquant souvent des deux-roues à moteur, les blessures sont relativement graves dans 10 cas. Il s'agit essentiellement de fractures dont la gravité est plus ou moins grande. Dans un cas, il s'agit d'une fracture bi malléolaire de la cheville gauche. Dans un autre cas, il s'agit de la conductrice d'un véhicule léger percuté à hauteur de la portière avant gauche par une motocyclette. La conductrice souffre de diverses fractures et plaies au visage ainsi que d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale. Dans quatre autres cas, (tous impliquant des occupants de cyclomoteur), il s'agit de fractures plus sévères nécessitant une hospitalisation (d'une durée allant de dix jours à six semaines) et souvent une ostéosynthèse. Enfin dans les quatre derniers cas, les informations relatives aux blessures corporelles sont relativement lacunaires mais semblent indiquer des blessures assez graves nécessitant une hospitalisation (de quatre jours dans un cas, de dix jours dans un autre cas, d'une durée indéterminée dans les deux cas restants).

Discussion

Ce scénario type est l'un des scénarios types les plus représentés parmi les accidents urbains n'impliquant pas de piétons recensés en France par les forces de Police et de Gendarmerie (environ 5,4 % des accidents). Des scénarios types présentant une relative parenté avec ce scénario type ont été obtenus dans des études antérieures (voir par exemple, Fleury et *al.*, 1990, Clabaux et Brenac, 2005a). Plusieurs problèmes de sécurité peuvent être mis en évidence à la lecture de ce scénario type. Nous décrivons ci-dessous les principaux d'entre eux.

Problèmes de sécurité identifiés

Tout d'abord, les mauvaises conditions de visibilité réciproque jouent dans ce scénario type un rôle central. Ce scénario type est en effet caractérisé par un masque à la visibilité fixe important (véhicule stationné à proximité immédiate dans 10 cas, mur d'habitation à proximité de la chaussée dans 7 cas, arbre dans un cas) contraignant le plus souvent le conducteur du véhicule 2 à s'engager sans visibilité ou ne lui permettant pas de détecter suffisamment tôt le véhicule 1 pour évaluer ou non la possibilité de réaliser sa manœuvre (d'insertion ou de traversée) avant que ce dernier ne survienne³⁶. Si le masque à la visibilité

³⁶ Il est intéressant de noter que dans tous les cas de ce scénario type, le véhicule 1 vient de la gauche par rapport au véhicule 2. Comme le note Retting et *al.* (1995), le fait que l'utilisateur 1 provienne de la gauche dans la majorité des cas peut s'expliquer, d'une part parce qu'un véhicule venant de la gauche est susceptible d'être plus facilement masqué par un obstacle (véhicule en stationnement, végétation, *etc.*) par rapport à un véhicule venant de la droite (l'autre voie de circulation étant plus souvent dégagée). D'autre part, le fait que le véhicule 2

joue un rôle central pour le conducteur du véhicule 2, le manque de visibilité a également une influence déterminante pour l'utilisateur prioritaire dans la mesure où il contribue à ce que le véhicule 2 n'apparaisse que tardivement dans le champ de vision du conducteur, le surprenant ne lui permettant ainsi pas de mettre en œuvre suffisamment tôt une manœuvre d'urgence, d'autant plus que ce type d'accident se produit généralement sur des infrastructures urbaines relativement larges (13 cas) favorisant la vitesse.

Une autre caractéristique importante de ce scénario type est en effet la largeur relativement importante des infrastructures urbaines qui favorise un niveau de vitesse relativement élevé par le véhicule 1, niveau de vitesse qui ne permet pas à son conducteur, une fois le véhicule 2 perçu, de disposer d'un temps suffisamment important pour effectuer une manœuvre d'urgence. L'analyse approfondie des cas montre que ce niveau de vitesse a dans la majorité des cas été favorisé par une chaussée large et rectiligne. Par ailleurs, le niveau de vitesse influence bien entendu les conditions du choc et ses conséquences en terme de gravité.

Enfin, il ressort de l'analyse approfondie des cas que certains d'entre eux (au moins 4 cas pour lesquels nous disposons des photos du site) sont caractérisés par une faible perceptibilité en approche pour le conducteur du véhicule 1 de la présence d'une intersection ou d'une sortie de parking, faible perceptibilité qui n'a pas favorisé une anticipation par le conducteur de la possible manœuvre d'insertion ou de traversée d'un autre véhicule et n'a ainsi pas contribué à une réduction de sa vitesse.



Figure 4 : Illustration de la faible perceptibilité en approche d'une intersection³⁷ combinée avec la présence de véhicules en stationnement masquant la visibilité
(cliché de l'auteur).

proviennent de la droite par rapport au véhicule 1, offre au conducteur de ce dernier moins de temps pour réagir une fois le véhicule 2 perçu (en comparaison à un véhicule qui viendrait de la gauche par rapport à son sens de circulation et qui devrait dans un premier temps traverser la voie de circulation de sens opposé avant d'interférer avec sa trajectoire).

³⁷ Une intersection avec une rue relativement circulée est en effet présente sur la droite de l'image entre le troisième et le quatrième arbre. Hormis le panneau de signalisation n°B2b (interdiction de tourner à droite) et l'interruption du marquage délimitant le stationnement, peu d'éléments informent le conducteur de la présence de l'intersection.

Pour tenter de répondre aux problèmes de sécurité ici identifiés, nous décrivons ci-après les principaux objectifs à rechercher en matière d'aménagement.

Objectifs à rechercher

Il semble tout d'abord qu'une amélioration des conditions de visibilité réciproque constituerait sans doute une voie prometteuse pour réduire ce type d'accident. L'élimination des principaux masques à la visibilité (véhicules en stationnement, arbre, poteau électrique, *etc.*) à proximité immédiate d'une intersection constituerait un moyen privilégié pour aller dans ce sens. La revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) portant sur les effets d'améliorations de conditions de visibilité en intersection indique que globalement l'amélioration des conditions de visibilité entraîne une diminution légère mais non significative des accidents corporels et une diminution significative de 15 % des accidents matériels. D'après Elvik et Vaa, une explication possible de ce faible effet peut être trouvée dans le fait qu'en intersection, les usagers adaptent leur comportement en fonction des conditions de visibilité et qu'ils sont particulièrement vigilants lorsque la visibilité est faible. Sur ce point, quelques recherches (voir par exemple, Ward et Wilde (1995), Ward et Wilde (1996), Charlton (2003)) ont en effet montré que de mauvaises conditions de visibilité en intersection favorisaient un ralentissement des vitesses d'approche et de franchissement (et que inversement, une amélioration des conditions de visibilité pouvait conduire à une augmentation des vitesses). Néanmoins, ces études concernent toutes des contextes très particuliers et portent sur des intersections de rase campagne. En milieu urbain, il n'existe guère d'études, hormis l'étude allemande de Kockelke et *al.* (1991) qui évaluent l'effet d'une détérioration des conditions de visibilité sur les vitesses et le risque d'accident. Dans cette étude (qui concerne il est vrai des intersections régies par priorité à droite), les auteurs montrent au travers d'une expérimentation sur simulateur de conduite que les vitesses tendent à être plus élevées lorsque la visibilité est réduite puisque l'éventuelle interaction avec un autre véhicule est moins attendue par le conducteur. Compte tenu de l'ensemble de ces résultats, il nous semble raisonnable de penser qu'une amélioration des conditions de visibilité dans les intersections où se produisent le type d'accident ici décrit, irait dans le sens d'une amélioration de la sécurité.

Néanmoins, certains masques à la visibilité peuvent difficilement être éliminés à moindre coût (mur d'habitation à proximité immédiate de la chaussée, faible emprise, courbe, par exemple). D'autre part, 9 cas d'accidents se produisent à hauteur d'un accès riverain. Il n'est guère envisageable de supprimer l'ensemble des véhicules en stationnement à proximité d'accès riverains. Pour ces deux raisons, une action visant une modération de la vitesse du véhicule 1 irait également dans le sens d'une amélioration de la sécurité. Cet objectif est développé au point suivant.

Comme le notait Yves Girard il y a déjà plus d'une quinzaine d'années (Girard, 1987), dans les accidents d'intersection, si c'est l'usager non prioritaire, souvent dans l'erreur qui pose le problème, c'est généralement l'usager prioritaire qui en détient la solution. Comme nous l'avons vu ci-dessus, la vitesse joue un rôle important dans ce scénario type puisqu'elle détermine le temps disponible pour le conducteur du véhicule 1 pour effectuer une manœuvre d'urgence, une fois le véhicule 2 perçu. C'est pourquoi la réduction des vitesses pratiquées sur l'axe prioritaire de l'intersection irait dans le sens d'une amélioration de la sécurité. Une

vitesse plus basse nécessiterait en effet une distance et un temps d'arrêt plus réduits. D'autre part, une vitesse plus faible occasionnerait sans doute des dommages / blessures moins importants.

Enfin, il semble qu'une amélioration de la lisibilité de l'axe prioritaire et notamment le renforcement de la perceptibilité d'une intersection ou de la présence de flux perpendiculaires constituerait également un moyen privilégié pour réduire certains cas d'accidents de ce scénario type. Certains cas sont en effet caractérisés par une absence d'indices permettant au conducteur prioritaire de détecter la présence de flux perpendiculaires à l'approche du lieu de l'accident. Cette absence d'indice est liée dans ces cas à une forte continuité perceptive (pas de rupture dans l'aménagement, dans le marquage, continuité liée au bâti, à la présence de véhicules en stationnement longitudinal avant et après le lieu de l'accident). Différents moyens peuvent permettre de rompre cette continuité. Nous les développons à la fin de la section présentée ci-dessous.

Principes d'aménagement

Tout d'abord, la mise en œuvre de techniques visant, lorsque c'est possible, le dégagement de la visibilité en intersection, pourrait constituer un moyen privilégié pour réduire ce type d'accident. Lorsqu'il s'agit de véhicules stationnés à proximité immédiate d'une intersection ou d'un accès, il semble qu'une organisation du stationnement en encoches, la mise en place d'avancées de trottoirs ou « d'oreilles », notamment à hauteur d'intersections ou d'accès importants, permettraient d'interrompre les files de véhicules en stationnement et d'assurer une bonne visibilité mutuelle. Ce type d'aménagements est par ailleurs recommandé pour limiter les accidents impliquant des piétons traversant et initialement masqués par un véhicule en stationnement (Brenac et *al.*, 2003). D'après ces auteurs, les avancées de trottoir sont des aménagements souvent recommandés pour leurs effets sur la visibilité et pour leur contribution possible à la réduction des vitesses (voir par exemple CETUR, 1983, 1989a, SETRA, CETUR, 1992, GART, 2000, Herrstedt et *al.*, 1993, Schofer et *al.*, 1995, Tira et Ventura, 2000, cités par Brenac et *al.*, 2003). D'autres dispositions plus ponctuelles et moins coûteuses, comme par exemple la mise en place de balises auto relevables (ou autres dispositifs) à proximité immédiate d'une intersection ou d'un accès fréquemment emprunté limiteraient le stationnement en ces lieux et offrirait davantage de visibilité au conducteur du véhicule 2. Notons que dans la majorité des cas de ce scénario type, l'usager masqué est un deux-roues motorisé. Si un deux-roues peut être, comme un véhicule léger, masqué par un véhicule en stationnement ou un mur d'habitation, il apparaît dans deux cas de ce scénario type que même un masque de petite taille peut masquer un deux-roues. La suppression à proximité des intersections, lorsque cela est possible, de certains masques comme par exemple un poteau électrique, un panneau publicitaire, un arbre, *etc.* irait également dans le sens d'une amélioration de la sécurité.

Concernant les accidents de ce scénario type où la visibilité est masquée par un mur d'habitation à proximité immédiate de la chaussée (3 cas de ce scénario type), il paraît difficile d'améliorer à faible coût les conditions de visibilité. Dans ces cas, il semble que la mise en place de miroirs convexes irait dans le sens d'une amélioration de la sécurité. L'étude de Moukhwah (1987), portant sur l'observation des comportements d'usagers non prioritaires dans des intersections à faible visibilité indique les effets positifs potentiels de ce type de

dispositif. L'inconvénient pour l'aménageur de la mise en place d'un tel dispositif est qu'elle peut générer une forte demande locale (Yerpez et Bouceddour, 2005).

Concernant la réduction de la vitesse de l'utilisateur prioritaire, celle-ci peut être obtenue par différents moyens. Tout d'abord, un réaménagement de la voirie avec la mise en œuvre de techniques de « traffic calming » réduisant la vitesse par une contrainte dynamique. De nombreuses recherches montrent les effets positifs de ce type de mesures pour la modération des vitesses et pour la réduction des accidents en milieu urbain (voir par exemple Bjørnskau et Elvik, 1992, Herrstedt, 1992, CERTU, 1994, Elvik, 2001, Elvik et Vaa, 2004, Engel et Thomsen, 1992, Faure et de Neuville, 1992, Kamyab et *al.*, 2002). S'il ne s'agit pas ici de recenser l'ensemble des équipements et dispositifs pouvant être utilisés par les aménageurs, on peut néanmoins citer les principaux d'entre eux : les mesures relatives à la géométrie de la voirie telles que l'élargissement des trottoirs, la réduction des largeurs de chaussées excessives, la réduction des rayons de giration excessif, *etc.*, les mesures relatives à la gestion de la circulation telles que la réduction du nombre de voies de circulation, la modification des régimes de priorité, la mise à sens unique avec réduction de la largeur de chaussée, *etc.*, l'utilisation d'équipements introduisant une contrainte dynamique comme les carrefours giratoires, les plateaux surélevés, les chicanes, les ralentisseurs, *etc.*)³⁸. Pour plus de détails sur les techniques et les équipements utilisables pour réduire les vitesses en milieu urbain, le lecteur pourra se reporter notamment aux références suivantes : CETUR (1989a), CETUR (1990), CERTU (1992), SETRA-CETUR (1992).

La mise en œuvre d'une politique locale et durable de contrôle et de sanction des excès de vitesse en lien avec les données de vitesse et d'accidents observées sur les différents réseaux, pourrait constituer une autre alternative pour réduire les vitesses pratiquées. Diverses recherches ont montré l'intérêt des démarches de contrôle-sanction pour la modération des comportements de vitesse et pour la diminution des accidents (voir par exemple Elvik, 1997, Vaa, 1997, Newstead et *al.*, 2001, Goldenbeld et Van Schagen, 2005).

Concernant les gains susceptibles d'être obtenus en terme de réduction des vitesses et d'accidents par les deux méthodes décrites ci-dessus (à savoir par des techniques de traffic calming ou par le contrôle sanction) une recherche récente (Mountain et *al.*, 2005) s'est attachée à comparer les effets de ces deux méthodes sur la diminution des vitesses et du nombre d'accidents. L'étude a porté sur 150 sites de Grande Bretagne où la vitesse est limitée à 30 miles par heure. Parmi ces sites, 79 ont été équipés de dispositifs automatiques de contrôle sanction (dont 17 mobiles et 62 fixes) et 71 sites ont fait l'objet d'un réaménagement en utilisant des techniques de traffic-calming. Tout en contrôlant les effets de régression vers la moyenne et de baisse de trafic induite par ces mesures, les auteurs montrent que les sites équipés d'aménagements utilisant des techniques de traffic-calming enregistrent une baisse des accidents presque deux fois plus importante par rapport aux sites équipés de systèmes automatiques de contrôle sanction³⁹. Concernant la réduction des vitesses, les auteurs

³⁸ Notons, comme le souligne Brenac et *al.* (2003), que ces types d'aménagements sont tout à fait envisageables sur des voies artérielles (CERTU, 1994, Herrstedt et *al.*, 1993).

³⁹ D'autre part, les auteurs précisent (en dissociant parmi les sites réaménagés, les sites équipés de déflexion verticale [par l'utilisation de ralentisseurs, de coussins berlinois par exemple] de ceux qui ne le sont pas [déflexion horizontale (par l'utilisation de chicanes, de mini-giratoires) et rétrécissement de chaussée

aboutissent aux mêmes résultats, les sites réaménagés enregistrant des baisses plus importantes des vitesses pratiquées par rapport aux autres.

Par conséquent, il semble de notre point de vue, qu'une action sur l'infrastructure utilisant des techniques de trafic-calming est préférable pour réduire les vitesses et les accidents et cela sur la majorité des voiries urbaines. En revanche, en ce qui concerne les grandes infrastructures urbaines comportant de nombreuses voies de circulation, supportant un trafic très important et pour lesquelles une action par l'aménagement est difficilement envisageable (forts risques de congestion en cas de réduction significative du nombre de voies, nuisances sonores importantes en cas d'équipements de modération des vitesses utilisant des déflexions verticales, notamment), des systèmes durables de contrôle-sanction des excès de vitesse (dont les effets sur la réduction des vitesses et des accidents ont été démontrés, voir par exemple Vaa, 1997 ou Chen et *al.*, 2000) peuvent être envisagés dans ce cas.

6.3 Présentation détaillée du scénario type 2

Scénario type 2

(décrit sur la base de 6 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1, souvent un deux-roues à moteur (3 cas), circule sur une voie de desserte à l'approche d'une intersection (en « X » dans 4 cas, en « T » dans 2 cas) régie par priorité à droite, et dans laquelle il n'est pas prioritaire. Le conducteur est local. Un véhicule 2 circulant sur la branche prioritaire de l'intersection, s'apprête à traverser l'axe sur lequel circule le véhicule 1 (4 cas) ou à emprunter par une manoeuvre de tourne à gauche (1 cas) ou par une manoeuvre de tourne à droite (1 cas).

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1, connaissant bien les lieux, néglige l'éventualité qu'un véhicule prioritaire ne s'engage et poursuit sa progression. Le véhicule 2 s'engage dans l'intersection et survient sur sa droite. La perception mutuelle des deux protagonistes est généralement très tardive en raison de la présence de masques à la visibilité (murs d'habitation et de la végétation dans 3 cas ; végétation et véhicules en stationnement dans 1 cas, végétation et poteau électrique dans 1 cas, véhicules en stationnement uniquement dans 1 cas).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 n'a pas le temps d'effectuer une manoeuvre d'urgence (3 cas) ou freine tardivement (3 cas : dans l'un de ces cas, le freinage d'urgence provoque la perte de contrôle d'une motocyclette). Le conducteur du véhicule 2 n'a pas le temps de réagir (4 cas) ou freine tardivement (2 cas).

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

uniquement] que les sites réaménagés utilisant des déflexions verticales ont une efficacité encore plus importante (diminution de 44 % des accidents pour les premiers contre 29 % pour les seconds).

Facteurs accidentogènes :

- Visibilité mutuelle masquée à hauteur d'une intersection (6 cas : visibilité masquée par des murs d'habitation et de la végétation dans 4 cas avec en plus un poteau électrique implanté à l'angle de l'intersection dans l'un de ces cas ; visibilité masquée par un mur d'habitation et par la présence de véhicules stationnés à l'angle de l'intersection dans 1 cas ; visibilité masquée uniquement par la présence de véhicules en stationnement dans le dernier cas) ;
- aménagement fluide d'une voirie de desserte et continuité de l'aménagement à l'approche d'une intersection favorisant la pratique de niveaux de vitesse inadaptés au contexte (5 cas) ;
- expérience limitée de la pratique motocycliste ayant contribué à la perte de contrôle de la motocyclette lors d'un freinage d'urgence (1 cas) ;
- motocyclette puissante favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (1 cas) ;
- faible perceptibilité des deux-roues à moteur, le moindre masque à la visibilité pouvant empêcher leur détection (2 cas) ;
- casque d'un jeune cyclomotoriste prioritaire trop grand et inadapté à sa morphologie ne lui permettant pas de tourner la tête et par conséquent de prendre de l'information sur l'axe non prioritaire (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Grande habitude des lieux et des usages pour le conducteur du véhicule 1 ne favorisant pas un ralentissement suffisamment important à l'approche de l'intersection, le conducteur sachant que les véhicules en provenance de l'axe prioritaire étant peu fréquents (6 cas) ;
- sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 2 ayant contribué à s'engager à faible allure dans l'intersection, sans arrêt (3 cas) ou sans ralentir (1 cas) ;
- style de conduite rapide et offensif d'un jeune conducteur masculin (3 cas : âge des conducteurs : 15 ans ; 17 ans ; 28 ans) ;
- maniabilité des deux-roues à moteur leur permettant de maintenir une vitesse relativement élevée à l'approche d'une intersection et dans un mouvement de tourne à droite (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Attention d'un cyclomotoriste à l'approche d'une intersection (véhicule 1) en partie focalisée sur un problème mécanique de son cyclomoteur et ayant contribué à la non perception du véhicule 2 survenant sur sa droite (1 cas) ;
- focalisation de l'attention d'une conductrice sur sa droite dans une intersection en croix régie par priorité à droite et ayant engendré une perception très tardive d'un cyclomoteur provenant de sa gauche et négligeant la priorité à droite (1 cas) ;
- dans un cas, le conducteur du véhicule 2 est un jeune cyclomotoriste de 17 ans connaissant bien les lieux. Son casque étant trop grand, il ne lui permet pas de tourner la tête. Il s'engage dans l'intersection (par une manœuvre de tourne à droite) et entre en collision avec un véhicule négligeant la priorité.

Facteurs de gravité :

- Présence d'un arbre implanté à proximité de la voie et heurté par les occupants d'un deux-roues à moteur consécutivement au premier choc avec le véhicule prioritaire (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont légères dans 3 cas. Il s'agit essentiellement de contusions et de traumatismes légers. Dans les 3 autres cas, les blessures infligées à des occupants de deux-roues à moteur sont relativement graves. Dans un cas, il s'agit d'un motocycliste hospitalisé cinq jours pour plusieurs fractures. Dans un cas, le conducteur d'un cyclomoteur est très légèrement blessé (contusions, hématomes). En revanche, le passager est hospitalisé dix neuf jours pour un traumatisme crânien, un traumatisme facial important, une fracture complexe du tibia gauche nécessitant une intervention chirurgicale et un déficit neurologique du bras droit. Enfin, dans le dernier cas, il s'agit d'un cyclomotoriste souffrant d'un tassement et d'une fracture de la septième vertèbre cervicale. La passagère du cyclomoteur souffre d'un traumatisme crânien et d'une fracture ouverte de la jambe droite.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type, qui concerne essentiellement des voiries urbaines de desserte représente environ 1,4 % des accidents corporels recensés en France en milieu urbain et sans piéton impliqué. Un scénario type comparable avait été mis en évidence dans la référence Fleury et *al.* (1990). D'autre part, Angella et Fiorentino (1987) cités par SETRA, CETUR (1992) dans une étude portant sur les accidents en carrefours régis par priorité à droite en milieu interurbain, montrent que l'inattention vis à vis du trafic prioritaire (probablement liés aux très faibles niveaux de trafic prioritaire et au caractère habituel des trajets, généralement locaux) et le manque de visibilité sont fréquemment relevés. Comme dans le scénario type précédent, l'influence d'un masque fixe à la visibilité est déterminante. Néanmoins, ce scénario type se distingue du scénario type 1 dans la mesure où il concerne des conducteurs locaux circulant sur une voirie de desserte et négligeant une priorité à droite du fait de la faible probabilité de rencontrer un usager prioritaire et entrant en collision avec un véhicule prioritaire initialement masqué et s'engageant dans l'intersection.

Problèmes de sécurité identifiés

Les problèmes de sécurité propres aux carrefours à priorité à droite ont fait l'objet de relativement peu d'études (les intersections ayant été fréquemment étudiées concernant des voies principales et fonctionnant par conséquent avec un autre régime).

Plusieurs problèmes de sécurité peuvent néanmoins être mis en évidence à la lecture de ce scénario type. Tout d'abord, comme dans le scénario type 1, les mauvaises conditions de visibilité réciproque y jouent un rôle central. Ce scénario type est en effet caractérisé par un masque fixe à la visibilité important (murs d'habitation et de la végétation dans 4 cas ; mur d'habitation et véhicules en stationnement dans 1 cas, véhicules en stationnement uniquement dans 1 cas) ne permettant pas au conducteur devant respecter la priorité à droite de détecter l'usager prioritaire. La présence de masque(s) à la visibilité joue également un rôle important dans ce scénario type pour l'usager prioritaire dans la mesure où il(s) l'empêche(nt) de percevoir l'usager non prioritaire avant de s'engager dans l'intersection.

D'autre part, il ressort de l'analyse approfondie des cas que la grande habitude des lieux de l'usager non prioritaire n'a pas favorisé une anticipation de sa part de l'éventuelle insertion d'un véhicule prioritaire dans l'intersection du fait du caractère peu circulé de l'axe prioritaire. Cette absence d'anticipation n'a alors pas contribué, dans tous les cas, à une

réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection. Il paraît néanmoins difficile d'agir sur l'habitude d'un trajet pour un conducteur. En revanche, une action par l'aménagement, visant à une réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection pourrait être envisagée.

La pratique d'un niveau de vitesse inadapté au contexte (voirie de desserte, intersection réglementée par priorité à droite) par l'utilisateur non prioritaire joue en effet un rôle déterminant dans ce type d'accident dans la mesure où il ne lui permet pas de disposer d'un temps suffisamment important, une fois le véhicule prioritaire perçu, pour effectuer une manœuvre d'urgence. L'analyse des cas montre que ce niveau de vitesse est généralement favorisé par des voiries de desserte aménagées de façon relativement fluide à l'approche de l'intersection, sans disposition destinée à réduire les vitesses pratiquées (aménagement rectiligne avant et après l'intersection, pas de contrainte dans la trajectoire, pas de déflexion verticale, *etc.*). Nous présentons ci-dessous les principaux objectifs à rechercher en matière d'aménagement pour essayer de résoudre les problèmes de sécurité ici identifiés.

Objectifs à rechercher

Il semble tout d'abord qu'une amélioration, lorsque cela est possible, des conditions de visibilité réciproque pourrait constituer une première piste pour réduire ce type d'accident. La revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) sur la question de l'effet d'une amélioration des conditions de visibilité en intersection (de tout type) sur les accidents va dans ce sens. À partir de six études d'évaluation, les auteurs concluent à un effet positif d'une amélioration des conditions de visibilité en intersection (réduction non significative des accidents corporels et réduction significative des accidents matériels). Dans le contexte prédominant dans ce scénario type (régime de priorité à droite), il semble en outre que l'amélioration de la visibilité aille également dans le sens d'une réduction des vitesses (Kockelke et *al.*, 1991).

Néanmoins, certains masques à la visibilité, comme des murs d'habitation, ou des murs de clôture par exemple (3 cas de ce scénario type) peuvent difficilement être éliminés à moindre coût. C'est la raison pour laquelle une action visant à abaisser le niveau de vitesse pratiquée sur l'axe non prioritaire pourrait constituer un autre moyen pour réduire ce type d'accident. La vitesse de l'utilisateur non prioritaire joue en effet un rôle déterminant dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour le conducteur pour effectuer une manœuvre d'évitement, une fois le véhicule prioritaire perçu. Par ailleurs, son influence est également importante dans la genèse des blessures. Pour atteindre les objectifs que nous présentons ici, plusieurs principes d'aménagement peuvent être appliqués. Nous les décrivons ci-dessous.

Principes d'aménagement

Concernant l'amélioration des conditions de visibilité dans l'intersection, il semble que la suppression des principaux masques à la visibilité comme par exemple des véhicules en stationnement (par l'implantation de mobilier urbain de faible hauteur), de la végétation (arbre, arbuste de hauteur importante) ou un poteau électrique (qui dans un cas n'a pas permis au conducteur prioritaire de percevoir une motocyclette) constituerait une voie prometteuse pour réduire ce type d'accident. D'autre part, il semble d'après l'étude de Kockelke et *al.* (1991) concernant des problèmes de visibilité en approche d'intersection réglementée par priorité à droite en milieu urbain, qu'une amélioration des conditions de visibilité conduirait à

des vitesses plus faibles dans la mesure où l'interférence possible avec un véhicule prioritaire devient alors plus clairement perceptible.

Néanmoins, comme nous l'avons vu précédemment, l'amélioration des conditions de visibilité peut parfois être délicate à obtenir à moindre coût (comme par exemple lorsqu'il s'agit d'un mur ou d'une clôture d'habitation à proximité immédiate de la chaussée). C'est la raison pour laquelle une action visant une modération des vitesses pratiquées sur l'axe non prioritaire de l'intersection pourrait être un autre moyen pour réduire ce type d'accident. En fonction des moyens dont dispose l'aménageur, cette modération des vitesses pourra être recherchée sur l'ensemble de la section par le recours à des techniques de traffic-calming ou à des techniques de Zones 30 (voir par exemple OCDE, 1979 ; CERTU, 1992 ; CERTU, 1995a ; CERTU, 1995b) ou recherchée de façon plus ponctuelle à hauteur des intersections par le recours à différents équipements réduisant la vitesse par une contrainte dynamique (plateau surélevée par exemple). Concernant les effets de ces mesures sur la réduction des vitesses, le lecteur pourra se reporter aux références mentionnées dans la discussion du scénario type 1.

Concernant le choix du régime de priorité dans les intersections de ce type de voirie, il convient d'être prudent quant à l'effet d'un changement de régime de priorité sur le nombre et la gravité des accidents. Certains résultats comme ceux de Polus (1985), montrent à travers une évaluation avant/après que la mise en place de stop ou de cédez-le-passage sur des intersections initialement régie par priorité à droite ne conduit pas nécessairement à une réduction des accidents. D'autre part, les intersections réglementées par priorité à droite sont des aménagements souvent recommandés (à la fois sur des voiries urbaines de desserte ou sur des voies plus importantes) pour leurs effets sur la réduction des vitesses (voir par exemple SETRA, CETUR, 1992 ; CETUR, 1990). Dans certains cas où ce régime de priorité semble poser problème, on peut envisager de transformer l'intersection en petit carrefour giratoire (voir par exemple SETRA, CETUR, 1992 ; CERTU, 1997).

6.4 Présentation détaillée du scénario type 3

Scénario type 3

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule sur une infrastructure urbaine à l'approche d'une intersection (de type « T » dans 2 cas, de type « X » dans 2 cas) dans laquelle il souhaite tourner à gauche. La circulation est souvent dense (2 cas) et la présence de véhicules circulant en sens inverse contraint le conducteur du véhicule 1 à s'arrêter (2 cas) ou à ralentir fortement (1 cas) avant d'effectuer sa manoeuvre. Il s'apprête à réaliser sa manoeuvre une fois un véhicule 2 circulant en sens inverse passé. Un deux-roues à moteur (motocyclette dans 3 cas, cyclomoteur dans 1 cas) circule en sens inverse à l'approche de l'intersection. Il est précédé par le véhicule 2.

Situation d'accident

Une fois, le véhicule 2 passé, le conducteur du véhicule 1 engage sa manœuvre de tourne à gauche et perçoit tardivement le deux-roues à moteur, masqué par le véhicule 2 le précédant.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 freine dans 2 cas. Dans 1 cas, il n'a pas le temps de réagir. Dans le dernier cas, l'information est insuffisante pour conclure. Dans 2 cas, le conducteur du deux-roues à moteur effectue une manœuvre d'urgence (1 cas de déport latéral, 1 cas de freinage). Dans un cas, il n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence. Le dernier cas reste indéterminé.

Situation de choc

Les deux impliqués entrent en collision (collision fronto-frontale dans 2 cas ; dans les deux autres cas, le véhicule 1 heurte le côté gauche du deux-roues provoquant sa chute sur la chaussée).

Facteurs accidentogènes :

- Absence de voie de tourne à gauche rendant inconfortable un stockage central et ayant pu favoriser la réalisation précipitée d'une manœuvre de tourne à gauche sur le trafic en sens inverse ;
- largeur relativement importante (7,50 m, 8 m) et rectilinéarité d'une voie urbaine ayant favorisé un niveau de vitesse relativement élevé d'une motocyclette (2 cas) ;
- phasage de feux tricolores (de type deux phases) ne dissociant pas le passage des usagers tournant à gauche du passage des usagers en mouvement direct en sens inverse (1 cas) ;
- carrefour vaste constitué de plusieurs voies pour le même sens de circulation favorisant les phénomènes de masques à la visibilité constitués par d'autres véhicules en circulation (1 cas) ;
- alcoolémie relativement élevée (1,24 g/l) pour le conducteur du véhicule tournant ayant pu altérer ses capacités de perception (1 cas) ;
- expérience de la conduite relativement limitée pour le conducteur du véhicule tournant (3 ans et 9 mois de permis de conduire) ayant pu limiter ses capacités d'anticipation et de prévision sur l'éventuelle présence d'un véhicule suivant le véhicule 2 (1 cas) ;
- masque à la visibilité constitué par un véhicule précédant le deux-roues à moteur (4 cas). Notons que parmi ces quatre cas, deux cas concernent des véhicules relativement massifs (de type monospace dans un cas, de type véhicule utilitaire léger dans l'autre cas) ;
- faible perceptibilité générale dans la circulation des deux-roues à moteur (4 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Conducteur du véhicule tournant jeune (21 ans et 4 mois), de sexe masculin, réalisant sa manœuvre face au lycée dans lequel il est inscrit, favorisant l'adoption d'un style de conduite démonstratif et la réalisation rapide de la manœuvre tournante avec une prise d'information sommaire (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- La circulation est dense dans deux cas et le conducteur du véhicule tournant profite d'un intervalle entre deux véhicules circulant en sens inverse pour réaliser sa manœuvre. Dans ces deux cas, le conducteur s'arrête avant d'effectuer sa manœuvre ;
- dans les deux autres cas, le conducteur du véhicule tournant ralentit à l'approche de l'intersection, et une fois un véhicule circulant en sens inverse passé, engage sa manœuvre sans s'arrêter.

Dommmages corporels :

Les blessures corporelles sont légères dans un cas. Il s'agit d'un cyclomotoriste souffrant de contusions, hématomes, de cervicalgies et multiples traumatismes musculaires légers. La personne en charge de son examen note par ailleurs un choc psychologique important.

Les trois autres cas impliquant tous des motocyclettes sont plus graves. Le motocycliste présente dans un cas un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale accompagné d'une fracture du deuxième métatarsien gauche. Dans un autre cas, le motocycliste souffre d'une fracture bi-malléolaire de la cheville gauche nécessitant une ostéosynthèse et une hospitalisation durant cinq jours. Dans le dernier cas, les blessures sont sévères. Il s'agit d'un motocycliste présentant un grave traumatisme crânien avec coma d'emblée (score de Glasgow à 3, et toujours dans le coma onze jours après l'accident), une fracture pariétale, un gonflement cérébral diffus ainsi que de multiples fractures et traumatismes. Le passager arrière de la motocyclette souffre de plusieurs traumatismes et fractures, notamment aux mains et au membre inférieur gauche.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 0,8 % des accidents corporels n'impliquant pas de piéton recensés en France en agglomération. Ce scénario type se distingue assez nettement des autres scénarios types présentés dans ce groupe de scénarios dans le sens où l'obstruction à la visibilité n'est pas ici constituée par un objet fixe (véhicules en stationnement, mur d'habitation, *etc.*) mais par un véhicule en mouvement. On remarquera que ce dernier est souvent (2 cas) un véhicule relativement haut (véhicule de type monospace dans un cas, véhicule de type utilitaire dans l'autre cas) pouvant masquer un véhicule de petite taille tel qu'un deux-roues motorisé. Il n'existe pas à notre connaissance de recherches portant spécifiquement sur ce type d'accident. Néanmoins, l'idée d'une obstruction à la visibilité liée à un autre véhicule en circulation est mentionnée dans certaines publications comme éléments explicatifs de la non perception d'un deux-roues motorisé (voir par exemple Williams et Hoffman, 1977). D'autre part, elle est également mentionnée comme ayant une influence déterminante dans certains cas d'accidents impliquant des piétons traversant et masqués par un véhicule en circulation (voir Brenac et *al.*, 2003).

A la lecture de ce scénario type, différents problèmes de sécurité peuvent être identifiés dans les domaines décrits ci-dessous.

Problèmes de sécurité identifiés

Tout d'abord, il ressort de l'analyse approfondie des cas que l'absence d'aménagement destiné à rendre plus confortable un stockage central et à rendre moins fluide la manœuvre de

tourne à gauche du véhicule 1 a contribué dans trois cas à la réalisation relativement rapide de la manœuvre après une prise d'information sommaire par le conducteur. On peut penser que dans ces cas, le souhait pour le conducteur du véhicule 1 de ne pas gêner ou retarder les véhicules circulant derrière lui ou la crainte d'être percuté à l'arrière ont eu une influence dans la décision d'effectuer sa manœuvre relativement rapidement une fois un véhicule circulant en sens inverse passé (d'autant plus que parmi ces cas, deux se produisent à une heure de pointe où le conducteur doit réaliser sa manœuvre dans un créneau entre deux véhicules circulant en sens inverse).

D'autre part, il apparaît dans deux cas de ce scénario type que la vitesse relativement élevée du deux-roues à moteur ne lui a pas permis une fois la manœuvre du véhicule 1 engagée, d'éviter la collision.

Par ailleurs, d'autres problèmes de sécurité relevés de façon isolée dans certains cas peuvent être mentionnés⁴⁰. Il s'agit tout d'abord du phasage de feux tricolores (de type deux phases) ne dissociant pas le passage des usagers tournant à gauche du passage des usagers en mouvement direct en sens inverse. Dans un autre cas, il s'agit de la multiplicité des voies de circulation ayant favorisé le masque à la visibilité sur le deux-roues à moteur constitué par un véhicule circulant dans une file adjacente. Il semble que la recherche des différents objectifs décrits ci-dessous puisse en partie répondre aux problèmes de sécurité ici identifiés.

Objectifs à rechercher

La modification des conditions de réalisation de la manœuvre de tourne à gauche du véhicule 1 (stockage central plus confortable, contrainte dans la manœuvre de tourne à gauche la rendant moins fluide) pourrait constituer une première possibilité pour réduire ce type d'accident. La manœuvre de tourne à gauche est en effet souvent engagée de façon précipitée à la suite d'une prise d'information sommaire n'ayant pas favorisé la détection du deux-roues à moteur. On peut en effet considérer que la réalisation rapide d'une manœuvre tournante réduit le temps disponible pour le prélèvement et le traitement de l'information et ne favorise pas la perception d'un deux-roues motorisé en partie masqué par le véhicule le précédant. C'est la raison pour laquelle toute disposition favorisant une manœuvre de tourne à gauche moins rapide précédée d'une prise d'information plus importante, irait sans doute dans le sens d'une réduction des accidents relevant de ce scénario type.

D'autre part, dans certains cas de ce scénario type, une action visant une modération par différents moyens de la vitesse d'approche du deux-roues à moteur pourrait constituer un autre moyen pour réduire ce type d'accident. La vitesse joue en effet un rôle déterminant dans la mesure où elle détermine le temps disponible pour le conducteur du deux-roues motorisé pour effectuer une manœuvre d'évitement, une fois la manœuvre de tourne à gauche du véhicule 1 engagée. Son influence est également très importante concernant la gravité des blessures infligées aux occupants du deux-roues à moteur, qui est très importante dans un cas.

⁴⁰ Certains de ces problèmes de sécurité pourraient en effet être plus majoritairement représentés si l'on prenait en compte un plus grand nombre d'accidents ou si ce scénario type s'avérait être important dans le cadre d'une étude locale de sécurité.

D'autre part, concernant un accident de ce scénario type se produisant dans un carrefour équipé de feux tricolores, les deux usagers bénéficiant du feu vert, il semble qu'une modification dans le phasage des feux tricolores et notamment la mise en place d'une phase distincte pour les usagers tournant à gauche et les usagers en mouvement direct en sens inverse (phase spécifique de tourne à gauche ou phase distincte pour les deux mouvements opposés), pourrait constituer d'après les résultats de Hall (1986) ou d'après SETRA, CETUR (1992) un moyen radicalement efficace pour réduire ce type d'accident. Sur ce point, le lecteur pourra se reporter à la discussion relative au scénario type 6.

Principes d'aménagement

Concernant la modification des conditions de réalisation de la manœuvre de tourne à gauche par le véhicule 1, plusieurs principes d'aménagements peuvent être énoncés. Il s'agit tout d'abord des aménagements permettant de rendre plus confortable un stockage central pour le véhicule tournant. La mise en place par exemple d'une voie de tourne à gauche lorsque l'emprise le permet ou d'une zone de stockage central éventuellement protégée par un îlot en saillie aménagé en milieu de chaussée pourrait permettre de protéger les usagers en tourne à gauche et favoriserait ainsi un arrêt préalablement à la manœuvre et sans doute une meilleure prise d'information sur le trafic en sens inverse. L'efficacité de ce type d'aménagement est par ailleurs aujourd'hui largement reconnu, notamment pour limiter les accidents se produisant en intersection entre un véhicule arrêté en attente de tourne à gauche et un véhicule survenant derrière lui (SETRA, CETUR, 1992 ; Elvik et Vaa, 2004).

Il peut s'agir ensuite d'éviter une conception trop fluide de la géométrie des mouvements tournants en intersection, permettant ainsi une réalisation moins rapide de la manœuvre tournante et par conséquent un prélèvement d'information plus important. La mise en place d'un îlot en saillie sur la voie de destination du véhicule tournant peut par exemple être envisagée. Ce type de disposition pourrait également être efficace pour éviter les accidents entre un véhicule tournant en intersection et un piéton traversant la branche de destination (Brenac et *al.*, 2003).

En ce qui concerne l'objectif de réduction des vitesses pratiquées, celle-ci pourra être recherchée, notamment dans l'intersection, à travers le recours à des techniques de traffic-calming (sur ce point voir les développements présentés à la suite du scénario type 1).

Enfin, d'autres principes d'aménagement, correspondant à un nombre plus limité de cas peuvent être évoqués. Il s'agit tout d'abord du passage d'une gestion des feux tricolores à deux phases à un système à trois phases qui pourrait, d'après SETRA-CETUR (1992) ou d'après les résultats de Hall (1986), limiter radicalement ce type d'accident puisque les deux protagonistes ne font plus l'objet d'une phase commune. D'autre part, la recherche de Upchurch (1991) portant sur la comparaison de différentes configurations de gestion des feux dans 523 intersections d'Arizona montre que le taux d'accident est, quel que soit le nombre de mouvements tournants et le volume de trafic en sens inverse, nettement plus faible pour les intersections ayant une phase distincte pour les usagers tournant à gauche et ceux en mouvement direct en sens inverse.

Dans un autre cas, la réduction du nombre des voies pour le même sens de circulation aurait sans doute permis d'éviter qu'un véhicule circulant en sens inverse (par rapport au

véhicule tournant) masque le deux-roues à moteur circulant à sa droite sur une voie adjacente à la sienne. Bien qu'il n'existe pas à notre connaissance d'étude robuste évaluant de façon isolée l'effet sur la sécurité d'une réduction du nombre de voies, plusieurs expériences françaises et étrangères indiquent néanmoins les effets positifs de ce type de mesures, y compris dans le cas d'infrastructures urbaines supportant un trafic important (voir par exemple Herrstedt et *al.*, 1993 ; CERTU, 1994 ; GART, 2000).

6.5 Présentation détaillée du scénario type 4

Scénario type 4

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues (cycle dans 2 cas, cyclomoteur de type scooter dans un cas) circule sur le trottoir d'une voie urbaine roulante. Un véhicule 2 s'apprête à sortir d'un accès riverain (un parking dans les 3 cas).

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 2, ne s'attendant pas à ce qu'un deux-roues circule sur le trottoir, quitte l'accès tandis que le deux-roues survient (de sa droite dans les 3 cas). Le véhicule 2, initialement masqué, n'est perçu que très tardivement par le conducteur du deux-roues.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 2 ne perçoit le deux-roues que très tardivement (ou au moment du choc) et ne réalise aucune manœuvre d'urgence (2 cas, le cas restant est indéterminé). Le conducteur du deux-roues n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (1 cas), ou freine tardivement (1 cas). Dans le cas restant, l'information est insuffisante pour conclure.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Présence de masques à la visibilité à hauteur de la sortie d'un parking (il s'agit dans les trois cas de végétations telles que des haies ou arbustes, combinées dans un cas à la présence d'un transformateur électrique et d'un mur) ;
- infrastructure urbaine roulante favorisant la circulation des deux-roues sur le trottoir (il s'agit dans un cas d'une voie urbaine à deux fois deux voies séparées par un terre plein central et bordée de places de stationnement en épi, dans les deux autres cas, il s'agit de voies de zones industrielles avec sans doute, un trafic de poids lourds relativement important) ;
- trottoir « gravillonneux » ayant contribué à l'échec du freinage d'urgence d'un deux-roues (1 cas) ;

- jeune âge et inexpérience d'un cyclomotoriste (connaissant les lieux) limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle survenue d'un véhicule sortant d'un parking, dont la sortie est masquée par de la végétation (1 cas ; âge du cyclomotoriste : 16 ans et 5 mois).

Autres éléments explicatifs :

- Maniabilité et faible encombrement des deux-roues leur permettant de circuler sur le trottoir en maintenant une vitesse relativement élevée (3 cas) ;
- caractère inattendu de la circulation d'un deux-roues sur le trottoir pour le conducteur du véhicule 2 (3 cas) ;
- sentiment prioritaire pour un cyclomotoriste circulant sur le trottoir, un panneau et une ligne stop étant implantés à hauteur de la sortie du parking et de l'intersection avec le trottoir (1 cas) ;
- focalisation de l'attention du conducteur du véhicule 2 sur le trafic circulant sur l'axe sur lequel il s'apprête à s'engager, ce qui a favorisé une perception tardive du deux-roues (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Non port du casque par un cycliste provoquant un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale et nécessitant une hospitalisation (1 cas).

Dommages corporels :

Dans deux cas, les blessures du conducteur du deux-roues nécessitent une hospitalisation (de deux jours pour un cycliste souffrant d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale ; de quatre jours pour un cyclomotoriste souffrant d'une fracture fermée du fémur gauche qui nécessite une intervention chirurgicale). Dans le cas restant, l'information est insuffisante mais semble indiquer des blessures légères.

Discussion

Ce scénario type est l'un des moins représentés puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 0,6 % des accidents urbains sans piétons impliqués recensés en France par les forces de Police et la Gendarmerie⁴¹. Les accidents entre un deux-roues circulant sur un trottoir et un véhicule sortant d'un accès sont néanmoins des phénomènes relativement connus (voir par exemple, CERTU, 2005b). Un scénario type présentant une certaine parenté avec le présent scénario type et concernant des véhicules entrant ou sortant d'un accès et coupant un trottoir où évolue un piéton a été décrit dans la référence (Brenac et al., 2003). Comme nous l'avons mentionné pour le scénario type 3, il est difficile d'exposer une réflexion robuste sur les problèmes de sécurité et sur les perspectives de prévention sur la base des trois cas constituant ce scénario type. Nous pouvons néanmoins identifier quelques problèmes de sécurité, quelques objectifs à rechercher ainsi que certains principes d'aménagement à préconiser pour prévenir ce type d'accident.

⁴¹ On peut penser sur la base des travaux de Laumon et Martin (2002) montrant que les accidents impliquant des cyclistes font partie des accidents les moins bien recensés par les forces de l'ordre, que l'enjeu ici calculé est probablement sous estimé.

Problèmes de sécurité identifiés

Ce scénario type soulève différents problèmes de sécurité concernant à la fois les phases les plus amont de l'accident et les phases plus en aval. Ce scénario type soulève en effet la question de la circulation des deux-roues légers sur les trottoirs. Carré (2001) montre que les cyclistes empruntent souvent dans leurs déplacements courants les trottoirs et cela notamment afin d'éviter des allongements de parcours liés à l'organisation en sens unique ou pour éviter certains carrefours difficiles ou certaines zones de congestion. On peut également penser que les cyclistes se sentent davantage protégés en circulant sur les trottoirs que dans la circulation générale⁴². Les trois cas de ce scénario type se produisent en effet sur des infrastructures urbaines particulièrement roulantes, avec un trafic de poids lourds sans doute important pour deux d'entre eux pouvant justifier l'insécurité ressentie par les conducteurs de deux-roues impliqués dans ces cas. C'est la raison pour laquelle on peut penser qu'un aménagement des voies favorisant de façon excessive la circulation automobile et les vitesses élevées peut provoquer un report de la circulation des deux-roues légers sur les trottoirs et favoriser ce type d'accident.

Il apparaît d'autre part à la lecture de ce scénario type que les mauvaises conditions de visibilité réciproque ont joué un rôle central dans le déroulement des accidents dans la mesure où elles n'ont pas permis aux protagonistes de se percevoir mutuellement suffisamment tôt pour pouvoir éviter la collision. Ce manque de visibilité est lié dans les trois cas à la présence d'une végétation (arbustes, haies, combinés dans un cas à un mur de clôture) relativement haute à l'angle de la sortie de l'accès (sortie de parking dans les trois cas).

Enfin, il semble que la faible largeur du trottoir dans deux cas et l'étroitesse de la zone restante entre le bâti et des véhicules stationnés en épi sur le trottoir ait contribué dans les trois cas à ce que le deux-roues circule sur la partie la plus proche du bâti et débouche sans pouvoir réagir sur la trajectoire du véhicule quittant l'accès.

Les éléments mentionnés ici reposent sur l'analyse d'un faible nombre de cas et devraient bien entendu faire l'objet d'investigations plus poussées notamment par la prise en compte d'un plus grand nombre de cas d'accident. Nous exposons néanmoins ci-dessous quelques objectifs à rechercher en matière d'aménagement pour répondre aux principaux problèmes de sécurité ici identifiés.

Objectifs à rechercher

Il peut s'agir tout d'abord d'envisager un réaménagement de la voirie visant notamment la réduction des vitesses et la suppression du caractère routier de la voie, dans le but de créer un rapport de force plus favorable aux deux-roues et une réappropriation de la voie par leurs usagers. D'après les travaux de Aultman-Hall et Kaltenecker (1999), il semble en effet qu'une circulation des deux-roues sur le trottoir n'est en aucun cas un objectif à rechercher puisque ces auteurs montrent que le risque d'accident corporel (et notamment de chute) pour un

⁴² Bien que ce sentiment d'insécurité puisse être contredit par les résultats de Aultman-Hall (1998) et Aultman-Hall et Kaltenecker (1999). Ceux-ci montrent que les risques de collisions mais surtout de chute et le risque de blessures et de blessures graves sont par kilomètre parcouru plus importants pour les cyclistes circulant sur les trottoirs par rapport aux cyclistes circulant dans la circulation générale.

usager de deux-roues est significativement plus élevé s'il circule sur le trottoir, par rapport à une circulation sur une piste cyclable ou dans la circulation générale. Dans le cas où le praticien ne dispose pas des moyens nécessaires à la réalisation de l'objectif énoncé ci-dessus, un autre objectif pourrait être d'améliorer les conditions de visibilité à hauteur de l'accès afin d'assurer une bonne visibilité mutuelle. Enfin, il peut s'agir d'éviter par différents moyens que le deux-roues circule à proximité immédiate du bâti et débouche sur la trajectoire du véhicule sortant sans qu'aucun des deux protagonistes n'ait le temps de réagir.

Principes d'aménagement

En ce qui concerne l'objectif de limiter la circulation des deux-roues légers sur les trottoirs par un réaménagement global de la voirie, il peut sans doute être en partie atteint par l'utilisation de techniques de traffic-calming. Plusieurs opérations de réaménagement de traversées d'agglomération supportant un trafic souvent important ont été entreprises dans le cadre du programme « Ville plus sûre, quartiers sans accident ». L'évaluation avant/après de nombre de ces réaménagements a montré l'efficacité de ce type de démarche à la fois sur le nombre d'accidents et sur la réappropriation de l'espace public (et de la voie notamment) par les usagers vulnérables, notamment les cyclistes (CERTU, 1994).

Concernant l'amélioration des conditions de visibilité à hauteur de l'accès, celle-ci peut, par exemple, être obtenue par une réduction et par un suivi de la hauteur de la végétation. Dans le cas de masques à la visibilité plus difficiles à supprimer, la pose d'un miroir convexe à hauteur de l'accès peut être envisagée. Les travaux de Moukwas (1987) portant sur l'observation des comportements de conducteurs dans une intersection à faible visibilité et équipée d'un miroir convexe, concluent à un effet bénéfique pour la sécurité de ce type de dispositif. Cette recherche s'appuie sur l'observation des comportements des conducteurs non prioritaires arrêtés à un stop et prenant ou non de l'information dans le miroir. Les résultats montrent que pour une même situation de conflit (avec un véhicule circulant sur l'axe prioritaire), les conducteurs regardant dans le miroir laissent, de façon significative, plus souvent la priorité à l'usager prioritaire en comparaison à ceux ne regardant pas dans le miroir.

En ce qui concerne l'objectif visant à éviter que le deux-roues circule à proximité immédiate du bâti et débouche directement sur la trajectoire du véhicule sortant sans qu'aucun des deux conducteurs ne puisse réagir, on peut envisager par exemple qu'un élargissement du trottoir et/ou une suppression des véhicules stationnés sur le trottoir permettrait au deux-roues de circuler davantage sur la partie centrale du trottoir, permettant ainsi à au moins l'un des deux protagonistes de réagir une fois l'autre usager détecté.

6.6 Présentation détaillée du scénario type 5

Scénario type 5

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un véhicule circule sur une voie urbaine plutôt roulante et le plus souvent hors intersection (2 cas). Un jeune cycliste (6 ans, 7 ans, 13 ans) circule dans les abords de la voie (sur le trottoir dans un cas, dans une étroite ruelle perpendiculaire à la voie dans un cas, sur un parking dans un cas).

Situation d'accident

Le jeune cycliste, initialement masqué (par un véhicule en stationnement dans 2 cas, par un mur d'habitation dans un cas), engage, souvent de façon précipitée (2 cas) et sans prise d'information, la traversée de la voie (de la droite vers la gauche par rapport au sens de circulation du conducteur du véhicule) tandis que le véhicule survient. La perception du cycliste par le conducteur est très tardive.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule freine (2 cas) ou n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (1 cas). Le jeune cycliste n'a pas le temps de réagir dans 2 cas. Le dernier cas reste indéterminé.

Situation de choc

Le cycliste percute le côté droit du véhicule (2 cas) ou est heurté latéralement par le véhicule (1 cas).

Facteurs accidentogènes :

- Présence de masques à la visibilité (il s'agit d'un véhicule en stationnement sur le trottoir dans un cas, d'un véhicule stationné sur un parking dans un cas, d'un mur d'habitation avancé à l'extrême limite de la voie et situé à l'angle d'une ruelle étroite débouchant perpendiculairement à la voie dans le dernier cas) ;
- largeur de voie importante et/ou conditions d'approche rapide ayant favorisé un niveau de vitesse relativement élevé et inadapté au contexte (2 cas) ;
- absence de dispositions destinées à ralentir les deux-roues en provenance d'une ruelle en descente et débouchant sur une voie urbaine relativement roulante (de type barrières empêchant le passage des véhicules motorisés et laissant le passage aux deux-roues légers) (1 cas) ;
- jeune âge et inexpérience du cycliste ayant favorisé l'absence de prise d'information précédemment à la manœuvre de traversée (3 cas : âge des cyclistes impliqués : 6 ans, 7 ans et 13 ans).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans deux cas, la traversée de la voie par le jeune cycliste est engagée de façon précipitée : il s'agit dans un cas d'un cycliste de 13 ans attendant devant un commerce un ami. Une

personne avec qui il est en conflit, sort de ce commerce et le menace. Prenant peur, le jeune cycliste s'enfuit et engage la traversée de la voie sans aucune prise d'information. Masqué par un véhicule en stationnement devant lequel il engage sa traversée, il n'est perçu que tardivement par le conducteur d'un véhicule qui le percute. Dans le deuxième cas, il s'agit d'un cycliste de 7 ans « faisant la course » avec un ami. Il emprunte une ruelle en descente et toujours en « faisant la course » engage la traversée de la voie sans prise d'information et sans ralentir. Initialement masqué par un mur d'habitation, il n'est perçu qu'au moment du choc par la conductrice d'un véhicule qui survient.

Facteurs de gravité :

- Non port du casque par un jeune cycliste ayant provoqué un traumatisme crânien avec perte de connaissance lors du choc contre le pare-brise du véhicule (1 cas) ;
- casque du jeune cycliste non attaché et se détachant lors du choc avec le véhicule, ce qui a provoqué de graves blessures (fracture du crâne, traumatisme crânien, œdème cérébral notamment) (1 cas).

Domages corporels :

L'un des cas de ce scénario type est mortel. Il s'agit d'un jeune cycliste de 7 ans faisant la course avec un ami dans une ruelle et traversant soudainement une voie sur laquelle circule un véhicule. Il percute frontalement le véhicule à hauteur de la portière avant droite. Son casque n'étant pas attaché se détache lors du choc avec le montant latéral du pare brise provoquant un grave traumatisme crânien, une fracture de l'étage antérieur du crâne, un oedème cérébral et un état comateux d'emblée. Réanimé, il décédera le lendemain à l'hôpital. Dans un autre cas, les blessures sont graves nécessitant une hospitalisation pendant dix sept jours pour un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale, ainsi que plusieurs fractures, notamment une fracture sévère du deuxième métacarpien droit. Dans le dernier cas, les informations sont insuffisantes mais semblent indiquer des blessures légères.

Discussion

Ce scénario type est peu représenté puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 0,6 % des accidents n'impliquant pas de piéton et recensés en France en milieu urbain. Comme dans le scénario type 1, l'apparition soudaine de l'usager s'insérant sur l'axe prioritaire, liée dans les trois cas à la présence de masques à la visibilité, y joue un rôle important puisqu'elle ne permet pas au conducteur, surpris, d'éviter la collision. Cependant, dans le présent scénario type, l'apparition de l'usager non prioritaire est encore plus soudaine puisqu'il concerne de jeunes cyclistes engageant la traversée de la chaussée de façon précipitée et sans aucune prise d'information sur le trafic au préalable. On peut relever une certaine parenté avec le scénario type 2 mis en évidence dans la référence (Brenac et *al.*, 2003) et concernant de jeunes piétons initialement masqués (souvent par des véhicules en stationnement) et traversant de façon précipitée une voie urbaine.

Il est difficile sur la base de trois cas d'accidents de proposer une réflexion sur l'influence de l'aménagement urbain dans ces accidents et sur les possibilités de mesures de prévention. Plusieurs possibilités de prévention peuvent néanmoins être trouvées dans les domaines évoqués ci-dessous. Une réduction des vitesses pratiquées par un réaménagement de la voirie

utilisant des techniques de traffic-calming (CETUR, 1989a, 1990) pourrait être un moyen efficace pour réduire ce type d'accident. D'autre part, la suppression, lorsque cela est possible, des masques à la visibilité immédiatement adjacents à la chaussée (comme par exemple des véhicules en stationnement dans deux cas de ce scénario type) irait également dans le sens d'une réduction de ce type d'accident. Sur ces deux points, le lecteur pourra se reporter à la discussion relative au scénario type 1.

Chapitre 7 :

Présentation détaillée des scénarios types 6 à 12 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives

Ce chapitre présente en détail les scénarios types d'accidents 6 à 12. Comme dans les scénarios types 1 à 5, ces scénarios types concernent majoritairement des phénomènes de non perception d'un usager prioritaire. Mais, contrairement au premier groupe de scénarios types, il n'y a pas d'influence d'une obstruction à la visibilité, ou, si elle intervient, son rôle n'est pas central dans le déroulement de l'accident. Ce groupe de scénarios types est le plus représenté parmi les accidents corporels recensés en France en milieu urbain et n'impliquant pas de piéton, puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 23 % des cas. D'autre part, si on écarte les scénarios types 11 et 12 (qui concernent des accidents liés à la non perception d'une intersection ou d'une perte de priorité pour le premier et la non détection d'un véhicule circulant dans une voie spécialisée pour le second, et se produisant dans un contexte un peu plus particulier), on peut considérer que les accidents liés à la non perception d'un véhicule par un conducteur, malgré la présence de ce véhicule dans son champ visuel lors de la prise d'information, représente en France environ 18,4 %⁴³ des accidents urbains sans piétons impliqués recensés en France par les forces de Police et de Gendarmerie. Cette proportion nous renseigne sur l'importance des accidents de type « Looked-but-failed-to-see-accidents » en milieu urbain. Ces résultats concordent relativement bien avec les résultats de recherches antérieures (voir par exemple, Van Elslande et Alberton, 1997).

Les scénarios types 6 et 7 concernent généralement des accidents se produisant en intersection. Le scénario type 6 met en évidence des accidents liés à une manœuvre de tourne à gauche d'un véhicule et à la non perception d'un véhicule circulant en sens inverse. Quant au scénario type 7, il rassemble des cas où un usager non prioritaire s'engage sur un axe prioritaire sans percevoir un véhicule y circulant.

Les scénarios types 8 et 9 mettent en jeu des accidents liés à une non perception d'un véhicule venant de l'arrière. Le scénario type 8 décrit des phénomènes de changement de file avec non détection d'un véhicule circulant sur la file de destination. Le scénario type 9 met en

⁴³ Notons que parmi les accidents constituant ces scénarios types, une majorité d'entre eux impliquent un deux-roues (55 cas sur 71).

évidence des accidents liés à la non perception dans le rétroviseur d'un véhicule lors d'une manœuvre d'insertion ou de demi-tour.

Le scénario type 10 concerne des accidents où un véhicule est gêné dans sa progression par un véhicule stationné. Il se déporte alors vers le centre de la chaussée et est percuté par un deux-roues à moteur circulant en sens inverse et qu'il n'avait pas perçu. Le scénario type 11 se distingue légèrement des précédents scénarios types dans le sens où il ne concerne pas une non perception par un conducteur d'un autre véhicule lors d'une manœuvre mais la non perception d'une intersection et/ou d'une perte de priorité. Enfin, le scénario type 12 rassemble des accidents entre un véhicule tournant à droite et entrant en collision avec un autre véhicule circulant dans une voie spécialisée (couloir de bus et/ou bande cyclable) aménagée sur la droite de sa voie de circulation.

Ce chapitre est également consacré à la présentation d'un ensemble de réflexions relatives aux possibilités de mesures de prévention correspondant aux scénarios types présentés. Ces éléments sont exposés, comme dans le chapitre précédent, à la suite de chaque scénario type.

7.1 Présentation détaillée du scénario type 6

Scénario type 6

(décrit sur la base de 30 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule en général sur une voie urbaine principale (26 cas : de type artère urbaine dans 16 cas, dont 13 cas avec multiplicité des voies ; de type voie importante pénétrant ou traversant une agglomération dans 9 cas, de type voie importante de périphérie dans 1 cas) **et généralement à l'approche d'une intersection** (27 cas : de type « X » dans 16 cas, de type « T » dans 10 cas, de type « Y » dans 1 cas ; le plus souvent large et importante (17 cas), et souvent gérée par feux tricolores (14 cas)) **ou d'un accès riverain** (3 cas) **dans laquelle ou en direction duquel il s'apprête à tourner à gauche** (ou effectuer une manœuvre de demi-tour dans un cas). **Un véhicule 2, le plus souvent un deux-roues** (21 cas : dont 11 cyclomoteurs, 8 motocyclettes et 2 cycles), **circule en sens inverse à l'approche de l'intersection ou de l'accès et souhaite poursuivre sa progression.**

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 engage sa manœuvre de tourne à gauche (29 cas) **ou de demi-tour** (1 cas) **sans percevoir à temps le véhicule 2 qui survient en sens inverse. La perception du véhicule 2 par le conducteur du véhicule 1 est très tardive dans 12 cas, nulle jusqu'au choc dans 8 cas** (7 de ces cas impliquant un deux-roues à moteur). Les autres cas restent indéterminés.

En fonction de la présence ou de l'absence de véhicules circulant en sens inverse ou en fonction du régime de priorité, le conducteur du véhicule 1 s'arrête avant d'effectuer sa manœuvre dans 10 cas, ou ralentit avant de tourner dans 16 cas. 4 cas restent indéterminés.

En revanche, le véhicule 2 étant prioritaire et, dans les cas de carrefours à feux, le feu tricolore étant vert, le conducteur ne ralentit généralement pas son allure à l'approche de l'intersection ou de l'accès (29 cas, le dernier cas, concerne une motocyclette redémarrant d'un feu rouge).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 ne réalise généralement aucune manœuvre (22 cas). Il freine et interrompt sa manœuvre dans 2 cas. Dans un cas, il freine et donne un coup de volant. 5 cas sont indéterminés. **Le conducteur du véhicule 2 effectue souvent une manœuvre d'urgence** (13 cas : freinage d'urgence dans 8 cas, freinage d'urgence et déport latéral dans 2 cas, déport latéral seul dans 3 cas). Il n'effectue aucune manœuvre d'urgence dans 9 cas. Les 8 cas restants sont indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Aménagement fluide et relativement large d'une intersection, ne favorisant pas la réduction des vitesses à son approche (notamment lorsqu'il s'agit d'un deux-roues à moteur) (17 cas : largeur de chaussée : 4,60 m pour une voie séparée de la voie de sens inverse par un terre plein central ; chaussée bidirectionnelle d'une largeur de : 7,50 m ; 7,60 m ; 7,90 m ; 10 m ; 10,50 m ; 10,70m ; 11,30 m ; 12 m, 12 m ; 12,60 m ; 14 m ; 14,45 m ; 15 m ; 20,20 m ; boulevard parisien d'au moins 25 m de large dans 2 cas) ;
- largeur de chaussée importante et/ou intersection vaste ne favorisant pas la perception d'un véhicule de petite taille tel qu'un deux-roues (10 cas : largeurs dans l'intersection : 10 m ; 10,50 m ; 10,70 m ; 11,30 m ; 11,50 m ; 12 m ; 12 m ; 14 m ; boulevard parisien d'au moins 25 m de large dans 2 cas) ;
- scène visuelle complexe dans une intersection (4 cas : environnement de type centre ville, multiplicité des voies, présence de commerces, mouvements de piétons importants, *etc.* ; 1 cas : intersection excessivement vaste avec de nombreuses voies de circulation à une heure de la journée où la circulation est importante) ne favorisant pas la détection d'un deux-roues à moteur circulant en sens inverse ;
- phasage de feux tricolores (de type deux phases) ne dissociant pas le passage des usagers tournant à gauche du passage des usagers en mouvement direct en sens inverse (14 cas : dans un cas, il s'agit d'une flèche jaune clignotante autorisant les usagers en tourne à gauche à réaliser leur manœuvre si aucun véhicule ne circule en sens inverse) ;
- aménagement sur une artère urbaine à 4 voies (pour le même sens de circulation) d'un couloir de bus à contresens et dans lequel circule un deux-roues, ayant contribué à une absence de prise d'information ou une prise d'information sommaire (1 cas) ;
- aménagement fluide d'une intersection ayant favorisé une vitesse relativement élevée du véhicule 1 dans sa manœuvre tournante et/ou une prise d'information insuffisante (5 cas : voie de zone industrielle dans 1 cas avec intersection excessivement évasée d'une largeur de 39,20 m ; intersection de type « Y » dans un cas, angle de l'intersection relativement important dans 2 cas, voie de destination large dans le dernier cas) ;
- zone d'ombre de l'éclairage public dans une intersection n'ayant pas favorisé la détection d'un deux-roues circulant en sens inverse (1 cas) ;
- visibilité en intersection non optimale et en partie masquée (sur les véhicules circulant en sens inverse) par la présence de buissons sur un terre plein central (1 cas) ;

- expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule tournant (véhicule 1) (10 cas : nombre d'années de permis de conduire : 6 mois ; 7 mois ; 8 mois ; 1 an ; 1 an ; 1 an et 2 mois ; 1 an et 6 mois ; 1 an et 7 mois ; 2 ans ; 3 ans) ;
- jeune âge (1 cas : cyclomotoriste de 15 ans) et/ou expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule 2 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle manœuvre tournante du véhicule 2 et ne favorisant pas ainsi la réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection (4 cas : antériorité du permis de conduire : 7 jours ; 13 jours ; 2 mois ; 2 ans) ;
- alcoolémie relativement élevée (1,23 g/l) pour le conducteur du véhicule 2 ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse élevé et ayant sans doute altéré ses capacités de prévision et de réaction face à la manœuvre tournante du véhicule 1 (1 cas) ;
- alcoolémie relativement élevée pour le conducteur du véhicule tournant (véhicule 1) ayant sans doute altéré ses capacités de perception, d'autant plus que l'utilisateur non perçu est un deux-roues à moteur (2 cas : 1,74 g/l ; 1,91 g/l) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues (21 cas) ;
- phare avant d'un cyclomoteur de type « classique » faiblement perceptible (1 cas) ;
- véhicule puissant à caractère sportif ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 2 ne favorisant pas la réduction de sa vitesse à l'approche d'une intersection (5 cas) ;
- jeune âge du conducteur (de sexe masculin) du véhicule 2, (accompagné d'amis dans certains cas) favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide, démonstratif (9 cas : âges des conducteurs : 16 ans ; 17 ans ; 17 ans ; 19 ans ; 19 ans ; 21 ans ; 30 ans ; 33 ans ; 35 ans) ;
- jeune âge du conducteur du véhicule 1 (19 ans, de sexe masculin, accompagné d'un ami) favorisant l'adoption d'un style de conduite démonstratif (1 cas) ;
- conditions de visibilité non optimales (nuit et pluie) n'ayant pas favorisé la perception d'un deux-roues à moteur (1 cas) ;
- soleil bas, face au conducteur, n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 2 de percevoir la manœuvre tournante du véhicule 1 et de mettre en œuvre une manœuvre d'urgence (1 cas). Dans un autre cas, il s'agit du conducteur du véhicule 1 qui, ébloui, ne perçoit pas un deux-roues circulant en sens inverse ;
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec de la manœuvre d'urgence du véhicule 2 (1 cas) ;
- grande habitude du trajet pour le conducteur du véhicule 2 ayant favorisé un niveau de vitesse relativement élevé et une conduite « automatique », ne lui permettant pas de réagir suffisamment tôt suite à la manœuvre tournante du véhicule 1 (1 cas) ;
- contrainte temporelle pour une conductrice (du véhicule 1) liée à deux autres conducteurs l'ayant laissé s'insérer et attendant derrière elle qu'elle réalise sa manœuvre. Cette contrainte temporelle a alors contribué à la réalisation d'une manœuvre précipitée et avec une prise d'information sommaire (1 cas) ;

- caractère inattendu de la manœuvre de tourne à gauche du véhicule 1 pour le conducteur du véhicule 2 (connaissant bien les lieux), la signalisation verticale interdisant ce type de manœuvre (1 cas) ;
- caractère inattendu de la circulation d'un deux-roues à moteur dans un couloir de bus aménagé à contresens des 4 autres voies de circulation (1 cas) ;
- trafic faible ayant permis un niveau de vitesse relativement élevé (2 cas) ;

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas, la manœuvre tournante est réalisée rapidement suite à la sonnerie du téléphone portable du conducteur. Ce dernier souhaite alors se diriger dans une rue adjacente afin de s'y stationner. La prise d'information est alors sommaire et ne permet pas de détecter un deux-roues circulant en sens inverse ;
- dans 4 cas (ces quatre cas impliquant tous des véhicules légers), l'attention du conducteur du véhicule tournant est en partie focalisée sur sa recherche de direction.

Facteurs de gravité :

- Non port du casque par un cycliste ayant provoqué un traumatisme crânien (2 cas) ;
- non port de la ceinture de sécurité par le conducteur du véhicule tournant (1 cas) ;
- conception ancienne d'un véhicule le rendant vulnérable en cas de choc latéral (1 cas : passager avant droit décédé).

Dommmages corporels :

Deux cas de ce scénario type sont mortels. Il s'agit dans un cas d'un motocycliste percutant frontalement le véhicule tournant et décédant sur place d'un grave traumatisme crânien. Dans l'autre cas, il s'agit du passager avant droit du véhicule tournant percuté latéralement lors de la manœuvre de tourne à gauche. Transporté à l'hôpital notamment pour un hémomédiastin très volumineux, un hémopneumothorax et une possible fracture du rachis cervical, il décédera une heure après l'accident. Les blessures sont bénignes à légères dans 13 cas. Il s'agit le plus souvent de contusions et/ou de plaies superficielles, de traumatismes relativement légers ou encore d'une entorse bénigne dans un cas. Les blessures sont plus graves dans 13 cas. Il s'agit dans 5 cas de fractures ne nécessitant pas une hospitalisation prolongée. En revanche, dans 8 cas, il s'agit de fractures (multiples fractures dans 4 cas, fracture ouverte dans 1 cas, fracture nécessitant une ostéosynthèse dans 1 cas) nécessitant une hospitalisation (d'une durée allant de deux jours à douze jours). Enfin, dans deux cas l'information est insuffisante pour conclure sur la gravité des blessures.

Discussion

Ce scénario type est l'un des scénarios types les plus représentés parmi les accidents corporels se produisant en milieu urbain et sans piéton impliqué recensés en France (environ 7,4 % des cas). Des scénarios types présentant une certaine parenté avec ce scénario type ont été obtenus dans des études antérieures (voir par exemple, Fleury et *al.*, 1990, Brenac et Megherbi, 1996, Brenac et *al.*, 1996, Clabaux, 2003). On peut également faire un rapprochement entre ce scénario type et l'un des types d'accidents (« left-turn oncoming ») obtenus par Retting et *al.* (1995) dans une recherche portant sur des accidents urbains s'étant

produits dans quatre grandes villes des Etats-Unis. D'après ces auteurs, sur ces quatre villes, ce type d'accident représentait à l'époque de l'étude environ 9 % des cas.

Comme dans la majorité des autres scénarios types constituant ce groupe de scénarios, on remarquera la sur-implication des deux-roues (21 cas sur 30) et notamment des deux-roues motorisés (19 cas sur 30) dans ce type d'accident. Cette sur-implication peut s'expliquer comme le montre Van Elslande (2003) par le fait que les automobilistes confrontés à une situation accidentelle avec un véhicule deux-roues commettent davantage de défaillances d'ordre perceptif (environ 20 % de plus d'après l'auteur) par rapport aux automobilistes confrontés à une situation d'accident ne faisant pas intervenir de deux-roues. Ceci peut tout d'abord s'expliquer par la faible perceptibilité des deux-roues puisqu'un deux-roues est plus petit par rapport aux autres véhicules et donc moins visible, notamment dans un environnement urbain souvent dense en informations visuelles. Leur faible perceptibilité a en effet depuis longtemps été identifiée comme l'un des principaux facteurs accidentogènes intervenant dans les accidents où un deux-roues et un automobiliste interagissent (voir par exemple Foldvary, 1967, Williams et Hoffman, 1977, cités par Olson, 1989, Hurt et *al.* 1981, Donne, 1990 ou plus récemment Herslund et Jorgensen, 2003 ou Van Elslande, 2003). D'autres éléments d'explication de cette sur-implication peuvent également être avancés comme leur grande vulnérabilité en cas de choc. L'absence de protection carrossée les expose en effet à des blessures à la moindre collision. Un même accident impliquant un automobiliste tournant à gauche sans percevoir une autre voiture circulant en sens inverse pourra n'avoir que des conséquences matérielles et ne sera ainsi pas recensé par les forces de Police tandis que le même accident impliquant un deux-roues occasionnera probablement des blessures corporelles et sera ainsi recensé plus fréquemment comme un accident corporel.

Olson (1989) évoque également le fait que, dans ce type d'accident, le conducteur faisant l'erreur déclare souvent ne pas avoir perçu le deux-roues. Mais d'autres éléments que la non perception, peuvent d'après Olson, intervenir dans ce type d'accident. Il évoque notamment le fait que la taille apparente d'un véhicule en approche a une grande importance dans l'évaluation par un conducteur de la distance le séparant de ce véhicule. D'après cet auteur, les conducteurs surestiment sans doute plus fréquemment cette distance lorsqu'il s'agit d'un deux-roues en comparaison à une situation où il s'agit d'une voiture. Olson mentionne également le fait que la petite taille d'une motocyclette la rend également moins perceptible (par rapport à un véhicule léger) puisque plus facilement masquée par le montant du pare-brise par exemple.

D'autre part, une recherche ancienne de Nagayama et *al.* (1980) citée par Olson (1989) montre que les conducteurs ont davantage de difficulté à évaluer la vitesse d'approche d'une motocyclette en comparaison aux autres véhicules (véhicules légers et poids lourds). Dans cette recherche il a été demandé à des conducteurs souhaitant réaliser une manœuvre susceptible d'interférer avec un usager prioritaire approchant, d'indiquer le dernier moment où ils jugeaient qu'ils pouvaient réaliser leur manœuvre sans danger. Les résultats montrent que les conducteurs ont tendance à accepter des intervalles de temps plus courts lorsqu'il s'agit d'une motocyclette qui approche par rapport aux autres types de véhicules, ceci pouvant s'expliquer par une difficulté plus grande à évaluer la vitesse d'une motocyclette.

Enfin, cette sur-implication des deux-roues et notamment des deux-roues motorisés dans ce type d'accident peut également s'expliquer par le fait que le deux-roues est moins attendu par les autres conducteurs car plus rare dans la circulation.

Nous présentons ci-dessous les principaux problèmes de sécurité émergeant de ce scénario type d'accident.

Problèmes de sécurité identifiés

Tout d'abord, la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé par le véhicule 2, généralement favorisée par un aménagement fluide et large des intersections, apparaît à la lecture de ce scénario type comme une composante centrale et cela pour deux principales raisons. La première est que la vitesse du véhicule conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois la manœuvre du véhicule 1 engagée (une vitesse plus élevée conduisant bien entendu à une période de temps disponible pour réagir plus faible). La seconde est que les problèmes de faible perceptibilité des motocyclistes sont accentués lorsque leur vitesse est élevée. Cela a été confirmé par une recherche récente (Brenac et *al.*, 2006) portant sur des accidents de motocyclettes en milieu urbain et qui a montré que, lorsque leur faible perceptibilité joue un rôle dans l'accident, une vitesse élevée de la motocyclette est également le plus souvent constatée. Dans cette recherche, les auteurs ont examiné en profondeur 22 cas d'accident de motocycliste survenu en milieu urbain et pour lesquelles une reconstitution cinématique de l'accident (Lechner, 1986) a été réalisée et a permis d'estimer les vitesses initiales des véhicules. Deux groupes ont ensuite été constitués : un groupe de 8 cas d'accident où la faible perceptibilité a joué un rôle central dans le déroulement de l'accident et un autre groupe de 14 cas où la faible perceptibilité n'a pas joué un rôle déterminant dans l'accident. La comparaison des vitesses de ces deux groupes montre que la vitesse pour le groupe d'accident où un problème de faible perceptibilité du motocycliste a été identifié, apparaît significativement plus importante par rapport à l'autre groupe. D'après ces auteurs, cette association entre faible perceptibilité et niveaux de vitesse élevés, pourrait s'expliquer par l'influence de la vitesse sur la taille apparente du motocycliste dans le champ visuel de l'autre conducteur : cette taille étant d'autant plus petite, pour un même temps séparant les deux impliqués d'une collision potentielle, que la vitesse du motocycliste est élevée. On peut penser que ces effets sont similaires pour l'ensemble des véhicules mais accentués pour les deux-roues à moteur en raison de leur petite taille. Des travaux complémentaires seraient néanmoins nécessaires sur ce point. Enfin, la vitesse joue bien entendu un rôle important dans l'apparition et dans l'aggravation de blessures.

L'analyse approfondie des cas montre que dans 17 cas de ce scénario type, la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé par le véhicule 2 à l'approche de l'intersection a été favorisée par un aménagement relativement fluide de celle-ci (largeur de chaussée importante et aménagement rectiligne de la voie dans 17 cas, multiplicité des voies pour le sens de circulation du véhicule 2 dans 13 cas).

D'autre part, il ressort de l'analyse des cas que l'excessive largeur de la chaussée dans 10 cas (associée dans tous ces cas à une multiplicité des voies de circulation pour le sens de circulation du véhicule 2 et dans certains cas à une surabondance d'informations visuelles liée

par exemple à la présence de commerces, d'enseignes publicitaires, *etc.*) n'a sans doute pas favorisé la perception d'un véhicule de petite taille tel qu'un deux-roues. On peut en effet faire l'hypothèse que pour un conducteur souhaitant tourner à gauche et prenant de l'information sur le trafic en sens inverse, un deux-roues à moteur sera d'autant moins perceptible que la largeur et le nombre des voies dans lesquelles il doit prendre de l'information seront grands. Il reste néanmoins nécessaire de poursuivre les recherches dans ce domaine pour évaluer l'influence de cet aspect dans le déroulement de ce type d'accident. D'autre part, l'influence négative d'un grand nombre de voies d'approche ou d'entrée en intersection est quelque chose de connu (*cf.* Hall, 1986 par exemple). Par ailleurs il semble d'après les résultats de Elvik et Vaa, 2004, qu'en milieu urbain une largeur plus importante et un nombre accru de voies de circulation conduisent à des taux d'accidents plus grands (bien que ces résultats doivent être interprétés avec une certaine réserve, voir les développements suivant la description du scénario type 8).

D'autre part, on remarque à la lecture de ce scénario type que près de la moitié des cas (14 cas sur 30) se produisent dans des intersections équipées de feux tricolores. Cette proportion est assez proche de celle obtenue dans les travaux de Retting et *al.* (1995). Une analyse précise de ces travaux qui portent sur un échantillon beaucoup plus grand de cas d'accident ($n=4526$) s'étant produits dans quatre grandes villes américaines et qui ont pour objectif de mettre en évidence les principaux types d'accidents, montre en effet que le type d'accident « left-turn oncoming » se produit dans 63 % des cas dans des carrefours équipés de feux tricolores, les deux impliqués bénéficiant du feu tricolore au vert. Il ressort de l'analyse approfondie des cas que le traitement en une phase commune des deux branches opposées les plus importantes des carrefours à feux favorise ce type d'accident.

Enfin, il ressort à la lecture de ce scénario type que dans 16 cas sur 30, le conducteur du véhicule 1 ne s'arrête pas avant d'effectuer sa manœuvre de tourne à gauche. Parmi ces 16 cas, 10 cas se produisent dans des intersections où il n'y a pas de voie dédiée aux usagers tournant à gauche. On peut penser que dans ces cas, le souhait pour le conducteur du véhicule 1 de ne pas gêner ou retarder les véhicules circulant derrière lui ou la crainte d'être percuté à l'arrière aient eu une influence dans la décision d'effectuer sa manœuvre relativement rapidement. D'autre part, on notera également que parmi ces 16 cas, 14 cas se sont produits dans des intersections relativement évasées, sans aménagements destinés à contraindre la trajectoire du véhicule tournant.

Ces deux éléments (l'absence d'aménagements destinés à rendre plus confortable un arrêt préalable à une manœuvre de tourne à gauche et l'absence d'aménagements destinés à contraindre la trajectoire du véhicule tournant) ont ainsi sans doute contribué à la réalisation relativement rapide de la manœuvre de tourne à gauche et/ou à une insuffisance en matière de prise d'information sur le trafic en sens inverse.

Les principaux objectifs à rechercher pour tenter de répondre aux problèmes de sécurité identifiés ci-dessus sont décrits ci-dessous.

Objectifs à rechercher

Il semble tout d'abord que toute disposition de nature à modérer les vitesses d'approche et de franchissement de l'intersection irait sans doute dans le sens d'une amélioration de la sécurité. Comme nous l'avons vu plus haut, la vitesse du véhicule 2 joue un rôle essentiel

dans ce type d'accident dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'évitement une fois la manœuvre du véhicule 1 engagée. D'autre part, elle influence d'après Brenac et *al.* (2006), les conditions de détection du véhicule 2 par le conducteur du véhicule 1, notamment lorsqu'il s'agit d'un deux-roues (plus cette vitesse est élevée et plus la taille apparente du véhicule 2 dans le champ visuel du conducteur du véhicule 1 est petite pour un même temps les séparant d'une collision éventuelle). C'est pourquoi la réduction de toute fluidité excessive à hauteur de l'intersection et/ou la recherche d'une modération des vitesses pratiquées à son approche constituerait sans doute une voie prometteuse pour réduire ce type d'accident.

D'autre part, comme nous l'avons vu précédemment, il semble que la recherche d'une réduction de la complexité de la tâche de prélèvement d'information du conducteur du véhicule 1 irait sans doute dans le sens d'une diminution de ce type d'accident. Il ressort en effet de l'analyse approfondie des cas qu'un grand nombre de voies de circulation et dans certains cas la surcharge d'informations visuelles (enseignes publicitaires, trafic important sur d'autres voies, *etc.*) favorisent la non perception du véhicule en mouvement direct, notamment lorsqu'il s'agit d'un deux-roues.

Concernant les cas d'accidents se produisant en carrefour à feux et dans lesquelles les deux impliqués bénéficient du feu vert, il semble que plusieurs objectifs relatifs au fonctionnement des feux tricolores puissent être recherchés. Comme le mentionnent Retting et *al.* (1995), concernant les accidents de type « left-turn oncoming » un changement dans le système de gestion des feux tricolores permettant de dissocier ou de décaler le mouvement de tourne à gauche du véhicule 1 et le mouvement direct en sens inverse du véhicule est un moyen, en séparant ces deux flux dans le temps, pour éviter ce type d'accident (voir aussi Hall, 1986, Upchurch et *al.*, 1991).

Enfin, il semble qu'une modification des conditions de réalisation de la manœuvre de tourne à gauche du véhicule 1 visant un stockage central plus confortable et une contrainte plus importante en terme de vitesse dans la manœuvre tournante, pourrait constituer une autre possibilité pour réduire ce type d'accident. Comme nous l'avons vu plus haut, la manœuvre de tourne à gauche est en effet souvent engagée de façon rapide à la suite d'une prise d'information sommaire n'ayant ainsi pas favorisé la détection du véhicule 2. C'est la raison pour laquelle toute disposition favorisant une manœuvre de tourne à gauche moins rapide précédée d'une prise d'information plus importante, irait sans doute dans le sens d'une amélioration de la sécurité.

Nous proposons ci-dessous un ensemble non exhaustif de principes d'aménagement pouvant permettre d'atteindre ces objectifs.

Principes d'aménagement

Concernant l'objectif de réduction des vitesses, celui-ci peut être obtenu par un réaménagement global de la voirie au travers la mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir par exemple CETUR, 1989, CETUR, 1990, CERTU, 1994). On notera que la majorité des cas de ce scénario type se produisent en intersection (27 cas sur 30). C'est pourquoi, en fonction des moyens dont dispose l'aménageur, il est possible d'envisager une

réduction ponctuelle de la vitesse à hauteur des intersections⁴⁴ au moyen par exemple de plateaux en carrefour (CERTU, 2000) ou de carrefours giratoires.

Concernant l'objectif de réduction de la complexité de certains carrefours, on peut envisager une réduction du nombre et de la largeur des voies pour chaque sens de circulation afin de faciliter la prise d'information des conducteurs souhaitant tourner à gauche. Comme nous l'avons mentionné plus haut, plusieurs expériences françaises ou étrangères ont montré l'intérêt pour la sécurité d'une réduction du nombre de voies de circulation, y compris dans le cas d'infrastructures supportant un trafic important (voir par exemple, Herrstedt et *al.*, 1993, CERTU, 1994). D'autre part la réduction du nombre de voies de circulation est également recommandée pour limiter certains accidents impliquant des piétons (sur ce point voir, Brenac et *al.*, 2003). Par ailleurs, dans certains cas, une meilleure prise en compte des aspects de bruit visuel et de leur influence dans la genèse des accidents (impliquant notamment un deux-roues) pourrait conduire par exemple à l'éloignement des abords de la chaussée des enseignes publicitaires, des véhicules de démonstration ou encore des terrasses de restaurant ou étals souvent avancés aux extrêmes limites de la voie.

En ce qui concerne les cas d'accidents de ce scénario type se produisant dans des carrefours équipés de feux tricolores, plusieurs possibilités de prévention peuvent être trouvées dans l'exploitation des feux tricolores. L'une des solutions les plus radicales pour limiter ce type d'accident peut être trouvée, pour les carrefours à quatre branches, dans le passage d'un fonctionnement des feux à deux phases (phase commune pour les deux branches principales opposées, donc pour les usagers tournant à gauche et ceux en mouvement direct en sens inverse) à une gestion à trois phases⁴⁵. Les deux branches principales opposées sont alors traitées en deux phases distinctes. Les travaux de Hall (1986) montrent en effet que cette disposition est associée à un taux d'accident de type « left-turn oncoming » de 90 % de moins par rapport à un fonctionnement à deux phases (sans qu'il y ait d'effets négatifs sur les autres types d'accidents, puisque le risque d'accident, tous types confondus est également significativement plus faible pour les systèmes à trois phases). D'autre part, d'après Brenac et *al.* (2003), un fonctionnement à trois phases pourrait constituer un moyen efficace pour réduire les accidents entre un véhicule tournant à gauche et un piéton traversant sa branche de destination dans la mesure où le conducteur tournant à gauche n'étant plus confronté à un trafic venant en sens inverse peut davantage consacrer d'attention aux piétons présents sur sa voie de destination.

D'autre part, une autre possibilité pourrait être trouvée dans la mise en place d'une phase spécifique aux usagers de deux branches opposées tournant à gauche. Sur ce point, on peut notamment citer les travaux de Upchurch (1991) portant sur la comparaison du taux d'accidents correspondant aux différentes façons de gérer (par le fonctionnement des feux) le mouvement de tourne à gauche (pas de phase spécifique, décalage à l'ouverture, décalage à la fermeture, ou phase spécifique). Cette recherche a porté sur la comparaison du taux

⁴⁴ Sauf dans le cas d'intersections situées en entrée d'agglomération où il sera préférable d'opter pour un réaménagement global de la voirie permettant une réduction de la vitesse en amont de l'intersection de façon à ne pas surprendre le conducteur.

⁴⁵ Voir à quatre phases dans les carrefours à feux supportant un trafic important en provenance des voies secondaires.

d'accidents de 523 carrefours à feux⁴⁶ comportant deux ou trois voies d'entrée pour le sens de circulation du véhicule venant en sens inverse, par rapport au véhicule tournant à gauche, et ayant l'un des quatre fonctionnements décrits ci-dessus. Les résultats montrent que, quel que soit le nombre de voies d'entrée, la présence d'une phase exclusive pour les usagers en tourne à gauche conduit à un taux d'accident nettement plus faible. Néanmoins, la principale limite de cette recherche réside dans le fait qu'elle ne s'intéresse qu'aux effets des différents types de phasages de feux tricolores sur le nombre d'accidents impliquant un usager tournant à gauche rapporté aux mouvements de tourne à gauche. Ne sont pas pris en compte les éventuels effets sur d'autres types d'accidents. Toutefois, d'autres études, plus anciennes pour la plupart et prenant en compte l'ensemble des accidents corporels vont dans le sens d'un effet positif de ce type de mesure (voir par exemple David et Norman, 1975, Agent et Deen, 1979, Agent, 1981 ou plus récemment Washington et *al.*, 1998, cités par Hauer, 2004 ou encore Stamatiadis et *al.*, 1997, cité par Forbes et *al.*, 2003). La revue bibliographique sur ce point de Elvik et Vaa (2004), indique également que ce type de mesure a des effets positifs sur l'ensemble des accidents corporels. Néanmoins Elvik et Vaa mentionnent que les résultats considérés dans leur revue doivent être interprétés avec prudence dans la mesure où ils sont issus d'études portant sur des carrefours à feux considérés comme des points noirs et ne contrôlant pas les effets de régression vers la moyenne.

Concernant ce type de mesure, il est à noter qu'elle présente un inconvénient par rapport à un fonctionnement de type « trois phases » (deux phases séparées pour les deux branches principales opposés) puisqu'elle nécessite l'aménagement d'une voie de tourne à gauche (marquage, îlot, *etc.*). Par conséquent, dans les cas de carrefours ne comportant pas d'aménagement spécifique pour les usagers tournant à gauche, il semble, au regard des moyens souvent limités dont disposent les aménageurs, que la mise en place d'un système à trois phases puisse être préférée. En revanche, dans le cas d'intersections comportant déjà des aménagements de tourne à gauche, la mise en œuvre d'une phase spécifique pour les usagers tournant à gauche peut constituer, d'après les études citées ci-dessus, un autre moyen efficace à la disposition des praticiens.

Dans le cas d'intersections ne permettant pas la mise en place d'une phase spécifique pour les usagers en tourne à gauche ou d'un système à trois phases (du fait par exemple d'un trafic élevé), il apparaît d'après les travaux de Hall (1986) qu'un décalage à la fermeture⁴⁷ (c'est-à-dire une anticipation du passage du vert au rouge sur la branche opposée à la branche d'origine des véhicules tournant à gauche) puisse être envisagé pour réduire les accidents liés à des manœuvres de tourne à gauche. Bien que l'efficacité de ce type de mesure soit moindre par rapport à celles présentées ci-dessus, les résultats de Hall (1986) et de Stamatiadis et *al.* (1997) cité par Forbes et *al.* (2003) indiquent les effets positifs de ce type de mesure sur l'ensemble des accidents corporels. D'autre part, les travaux de Upchurch (1991), évaluent les effets de la mise en place d'un décalage à la fermeture dans des carrefours à feux ayant jusque-là une phase commune pour les usagers en tourne à gauche et ceux en mouvement direct en sens inverse. Ils concluent à un effet bénéfique de ce type de dispositif sur le taux d'accident lié à des manœuvres de tourne à gauche.

⁴⁶ Notons que dans chaque cas, une voie de tourne à gauche était aménagée dans l'intersection.

⁴⁷ Nous n'aborderons pas ici la question du décalage à l'ouverture, ce type de disposition étant exclu de la réglementation française (SETRA, CETUR, 1992).

Concernant l'allongement de la durée de rouge intégral comme moyen permettant aux véhicules en attente de tourner à gauche de réaliser leur manœuvre sans être confronté au trafic en sens inverse, il ne semble pas d'après SETRA, CETUR (1992) ou d'après Hall (1986) que ce type de solution soit intéressante pour la sécurité.

Enfin, quant à l'objectif de défavoriser la réalisation rapide de la manœuvre de tourner à gauche du véhicule 1 (afin de favoriser un meilleur prélèvement d'information par le conducteur sur le trafic en sens inverse), l'aménagement d'une voie spéciale consacrée au tourner à gauche ou d'un simple stockage central, peut s'avérer être une solution efficace. Ce type d'aménagement est aujourd'hui largement reconnu notamment pour résoudre les difficultés liées au positionnement ou au stockage central des véhicules tournant à gauche et pour éviter les accidents de tourner à gauche de type collision par l'arrière. (SETRA, CETUR, 1992). D'autre part, la récente revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) indique que l'aménagement d'une voie de tourner à gauche (peinte ou accompagnée d'îlots en dur) a des effets bénéfiques sur l'ensemble des accidents corporels, plus importants lorsqu'il s'agit d'intersections en « T » en comparaison à des intersections à quatre branches.

De plus, la mise en œuvre de techniques visant à contraindre, en terme de vitesse, la trajectoire du véhicule tournant, peut également être un moyen pour atteindre cet objectif. L'aménagement d'un îlot sur la branche de destination du véhicule tournant et/ou la réduction du rayon de courbure ou de la largeur de la voie de destination peuvent par exemple être envisagés, ce type de disposition pouvant également s'avérer efficace pour limiter les accidents en carrefour entre un véhicule tournant et un piéton traversant sa branche de destination (Brenac et *al.*, 2003).

Nota : Concernant le cas particulier des manœuvres de tourner à gauche (voire de demi-tour) en direction d'un accès riverain important, il est possible d'envisager que l'aménagement d'un terre-plein central et de carrefours giratoires aux intersections, dont les effets bénéfiques pour la sécurité sont aujourd'hui largement reconnus, y compris en milieu urbain (SETRA, CETUR, 1992, Elvik et Vaa, 2004) découragerait ce type de manœuvres et permettrait aux usagers d'atteindre l'accès dans de meilleures conditions de sécurité par une manœuvre de tourner à droite après avoir effectué une manœuvre de demi-tour au niveau du carrefour giratoire.

7.2 Présentation détaillée du scénario type 7

Scénario type 7

(décrit sur la base de 21 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un deux-roues dans 16 cas dont 6 motocyclettes, 6 cyclomoteurs et 4 cycles) **circule sur une voie urbaine le plus souvent large** (14 cas), **le plus souvent d'importance principale** (12 cas) **et généralement à l'approche d'une intersection** (18 cas : de type « X » dans 11 cas ; de type « T » dans 6 cas ; de type « Y » dans 1 cas et régie par « stop » dans 3 cas ; par « cédez le passage » dans 10 cas ; par « priorité à droite » dans 4 cas). **Un véhicule 2, très généralement non prioritaire** (20 cas), **en provenance d'une autre rue** (18 cas) **ou en provenance d'un accès riverain** (3 cas) **s'apprête à s'insérer sur la voie sur laquelle circule sur le véhicule 1** (9 cas : par une manœuvre de tourne à gauche dans 6 cas, par une manœuvre de tourne à droite dans 3 cas) **ou à la traverser** (12 cas). **Il n'y a dans tous les cas pas de masques à la visibilité à proximité.**

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 2 engage sa manœuvre sans percevoir à temps le véhicule 1 qui survient. La perception du véhicule 1 est tardive dans 11 cas, voire nulle jusqu'au choc dans 5 cas. 5 cas restent indéterminés. Concernant la prise d'information, le conducteur du véhicule 2 s'arrête le plus souvent pour prendre de l'information (11 cas). Dans 10 cas, le conducteur du véhicule 1 ralentit, effectue une prise d'information et s'engage sur l'axe prioritaire sans s'arrêter (9 de ces cas concernent des régimes de priorité par cédez le passage ou par priorité à droite).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence dans 9 cas. Il effectue une manœuvre d'urgence dans 8 cas (freinage d'urgence dans 2 cas ; freinage et déport latéral dans 3 cas ; déport latéral seul dans 2 cas ; dans le dernier cas, il s'agit d'un motocycliste qui effectue un freinage d'urgence puis couche sa motocyclette afin d'éviter un choc frontal avec le véhicule 2). Les 4 cas restants sont indéterminés. **Le conducteur du véhicule 2 n'effectue le plus souvent aucune manœuvre d'urgence** (11 cas). Il effectue un freinage d'urgence dans 5 cas. 5 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale (18 cas) **ou collision fronto-frontale** (2 cas). Dans le dernier cas, il s'agit d'un motocycliste qui, pour éviter un choc frontal, couche sa motocyclette et glisse sur la chaussée avant de heurter légèrement le véhicule 2.

Facteurs accidentogènes :

- Aménagement fluide et relativement large d'une voie urbaine favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (8 cas : largeur de chaussée pour des voies bidirectionnelles : 8 m ; 8,05 m ; 8,20 m ; 12 m ; 16 m ; large boulevard parisien d'au moins 20 m de large dans un cas ; dans le dernier cas, la largeur exacte de la voie est indéterminée)

- mais semble relativement large ; largeurs de chaussée pour des voies en sens unique : voie urbaine à 2 voies d'une largeur de 7,50 m) ;
- largeur de chaussée relativement importante et/ou intersection vaste avec multiplicité des voies ne favorisant pas la perception d'un véhicule de petite taille tel qu'un deux-roues (4 cas : largeur dans l'intersection : 8,05 m ; 12 m ; 13 m ; large boulevard parisien d'au moins 20 m de large dans le dernier cas) ;
 - aménagement fluide et évasé d'une intersection ayant favorisé une vitesse relativement élevée lors d'une manœuvre de tourne à droite (2 cas) ;
 - visibilité en intersection (sur la gauche) non optimale du fait de la présence d'un masque à la visibilité et d'une courbe ayant contribué à une focalisation de l'attention du conducteur du véhicule 2 plus importante et plus prolongée sur sa gauche, laps de temps pendant lequel un motocycliste se déplaçant à une vitesse de l'ordre de 70-80 Km/h (19,4-22,2 m/s) et non perçu lors de la prise d'information sur la droite, survient ;
 - intersection de type « Y » avec un angle ouvert ne facilitant pas la prise d'information sur la gauche et n'ayant pas favorisé la détection d'un deux-roues circulant sur l'axe prioritaire (1 cas) ;
 - absence de voie de stockage central en intersection sur une route nationale à quatre voies (deux voies pour chaque sens de circulation) dans une traversée d'agglomération nécessitant une prise d'information sur les 4 voies lors d'une manœuvre d'insertion vers la gauche et n'ayant pas favorisé la perception du véhicule prioritaire (1 cas) ;
 - absence d'éclairage dans une intersection n'ayant pas favorisé, de nuit, la détection d'un deux-roues sans moteur (1 cas) ;
 - expérience relativement limitée du conducteur du véhicule 2 (5 cas : antériorité du permis de conduire : 1 an et 2 mois ; 1 an et 4 mois ; 2 ans ; 4 ans et 3 mois ; il s'agit dans le dernier cas d'une cyclomotoriste de 16 ans) ;
 - expérience relativement limitée du conducteur du véhicule 1 ayant limité ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle manœuvre d'insertion ou de traversée du véhicule 2 (3 cas : antériorité du permis de conduire : 3 ans ; dans les deux autres cas, il s'agit de jeunes cyclomotoristes respectivement âgés de 16 et 17 ans) ;
 - conditions de travail des chauffeurs-livreurs ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite rapide et le franchissement d'une intersection avec une prise d'information sommaire (1 cas) ;
 - faible perceptibilité générale des deux-roues (16 cas) ;
 - motocyclette puissante ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
 - absence d'éclairage ou faiblesse de l'éclairage sur un deux-roues sans moteur n'ayant pas favorisé sa détection de nuit (2 cas) ;
 - phare avant d'une motocyclette non allumé de jour n'ayant pas favorisé sa perception par le conducteur du véhicule 2 (1 cas) ;
 - phares du véhicule 1 non allumés en fin de journée (crépuscule) n'ayant pas favorisé sa détection par le conducteur du véhicule 2 (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 1 n'ayant pas favorisé la réduction de sa vitesse à l'approche d'une intersection (14 cas) ;

- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite offensif (3 cas : âge des conducteurs : 16 ans ; 24 ans ; 25 ans) ;
- grande habitude des lieux pour le conducteur du véhicule 2 ayant contribué à s'engager dans l'intersection sans arrêt après une prise d'information « automatique » et sommaire (2 cas) ;
- environnement de type rase campagne (entrée de commune rurale) ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse élevé par une motocyclette (1 cas) ;
- méconnaissance des lieux pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à une focalisation de son attention sur sa recherche directionnelle et à la non perception du véhicule prioritaire (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Concernant la prise d'information, le conducteur s'arrête dans 11 cas pour prendre de l'information. En revanche, il n'y a pas d'arrêt dans 10 cas. Il s'agit dans 4 cas d'une intersection de type « X » gérée par priorité à droite à l'approche de laquelle le conducteur du véhicule 2 ralentit, prend de l'information, et, ne percevant aucun véhicule prioritaire, poursuit sa progression. Il entre alors en collision avec un deux-roues non perçu lors de la prise d'information. Dans 5 autres cas, il s'agit d'intersection de type « X » dans 3 cas, de type « T » dans 2 cas, gérées par cédez le passage à l'approche de laquelle le conducteur du véhicule 2 ralentit, prend de l'information et engage une manœuvre de tourne à droite (2 cas), de tourne à gauche (1 cas), de traversée (2 cas) sans percevoir un véhicule circulant sur l'axe prioritaire. Dans le dernier cas, il s'agit d'un jeune cyclomotoriste prenant de l'information à l'approche d'une intersection de type « T » gérée par stop et ne percevant aucun véhicule prioritaire, s'engage sans arrêt au marquage stop. Il entre alors en collision avec un véhicule prioritaire non perçu lors de la prise d'information ;
- dans l'un des cas, il s'agit d'un cycliste qui, à l'approche d'une intersection, perçoit un véhicule venant de sa gauche arrêté. Pensant avoir été perçu, il poursuit sa progression. Le véhicule qui s'était arrêté pour laisser traverser un piéton redémarre et s'engage dans l'intersection sans le percevoir ;
- dans un cas, le trafic faible à l'heure de la journée à laquelle s'est produit l'accident a contribué à ce que le conducteur du véhicule 2 s'engage dans l'intersection sans arrêt.

Facteurs de gravité :

- Grand âge (77 ans) et fragilité d'un cycliste ayant favorisé l'apparition de blessures assez graves et ayant nécessité une hospitalisation relativement longue (1 cas) ;
- Absence de port du casque par un cycliste ayant provoqué un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale (1 cas) ;
- agressivité lors d'un choc avec un deux-roues d'un véhicule de type 4x4 (1 cas) ;
- lourdeur d'une motocyclette de type « custom » lors d'une chute (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont bénignes à légères dans 12 cas. Il s'agit le plus souvent de contusions, de dermabrasions, de traumatismes bénins, d'hématomes ou encore de légères plaies. Dans l'un de ces cas, une entorse de la cheville est constatée ainsi qu'une plaie profonde nécessitant une incapacité de 10 jours. Les blessures sont plus graves dans 7 cas (dont 6 cas impliquant des occupants de deux-roues, le plus souvent des motocyclistes). Dans trois cas, il s'agit de

fractures fermées et/ou d'entorses nécessitant une immobilisation prolongée. Deux autres cas sont plus graves. Il s'agit dans un cas d'un cyclomotoriste souffrant de plusieurs fractures dont une fracture ouverte du tibia gauche. Dans l'autre cas, il s'agit d'un cycliste relativement âgé (77 ans) hospitalisé plus d'un mois pour un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale, un léger œdème cérébral et une luxation acromio-claviculaire importante. Enfin, dans deux cas, il s'agit de motocyclistes dont la nature exacte des blessures est indéterminée. Néanmoins, les blessures semblent assez graves. L'un des motocyclistes est admis au service de réanimation traumatologique avec une incapacité au moins égale à 60 jours. Dans l'autre cas, le motocycliste est hospitalisé 5 jours et une incapacité d'au moins 90 jours lui est délivrée. Dans deux cas, les informations relatives aux blessures sont insuffisantes pour se prononcer.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type correspond à environ 6,4 % des accidents corporels urbains sans piétons impliqués recensés en France. Un scénario type similaire avait été mis en évidence dans des études antérieures (Brenac *et al.*, 1996, ou Clabaux et Brenac, 2005a). Par ailleurs, une relative parenté de ce scénario type avec le type d'accident « Ran traffic control » décrit par Retting *et al.* (1995) peut être relevée. Néanmoins, dans ce type d'accident les auteurs regroupent à la fois des accidents liés à la non détection de l'utilisateur prioritaire mais également des accidents liés à des problèmes de masques à la visibilité ou de non perception d'une perte de priorité. D'autre part, les auteurs incluent également les accidents se produisant en intersection équipée de feux tricolores suite au franchissement au rouge d'un des deux impliqués.

A la différence du scénario type précédent, le conducteur du véhicule manoeuvrant (véhicule 2 dans le présent scénario) doit effectuer un prélèvement d'information, non pas sur le trafic venant en face, mais généralement (dans 18 cas sur 21) sur sa droite et sur sa gauche avant d'engager sa manœuvre.

En revanche, comme dans le scénario type précédent et comme dans les scénarios types suivants, on constate la sur-implication des deux-roues dans ce scénario type. Différents éléments peuvent être avancés pour expliquer cette sur-implication. Sur ce point, le lecteur pourra se reporter aux développements suivant la description du scénario type 6. Nous pouvons néanmoins rappeler les deux principaux de notre point de vue : leur faible perceptibilité, notamment dans un environnement urbain, en comparaison aux autres types de véhicules et leur plus grande vulnérabilité en cas de choc.

Différents problèmes de sécurité apparaissent à la lecture de ce scénario type. Nous présentons ci-dessous, les principaux d'entre eux.

Problèmes de sécurité identifiés

Comme dans la plupart des scénarios types où un véhicule prioritaire n'est pas détecté, la vitesse joue un rôle central dans ce scénario type dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour le conducteur du véhicule 1, une fois la manœuvre du véhicule 2 engagée, pour effectuer une manœuvre d'urgence. Son influence est également déterminante dans la non détection du véhicule 1 par le conducteur du véhicule 2. Les résultats de Brenac *al.*

(2006) indiquent en effet, pour le cas particulier des motocyclettes, l'existence d'un lien entre vitesse élevée et faible perceptibilité, dans la genèse des accidents de motocyclistes. Les auteurs expliquent l'existence de ce lien par l'influence de la vitesse sur la taille apparente du motocycliste dans le champ visuel du conducteur souhaitant traverser ou s'insérer sur la voie sur laquelle circule le motocycliste (cette taille étant d'autant plus petite, pour un même temps séparant les deux protagonistes d'une collision éventuelle, que la vitesse du motocycliste est élevée). On peut faire l'hypothèse que ce type de phénomène concerne aussi, à un degré moindre, d'autres types de véhicules. Enfin, il est clair que la vitesse a une influence très forte dans l'apparition et l'aggravation de blessures.

D'autre part, il apparaît dans dix cas de ce scénario type que l'absence d'arrêt par le conducteur du véhicule 2 et/ou la réalisation relativement rapide de sa manœuvre de traversée ou d'insertion a eu une influence non négligeable dans la non détection du véhicule 1 (manœuvre qui a souvent été encouragée par un aménagement relativement fluide de l'intersection et/ou par une gestion par cédez le passage ou par priorité à droite de l'intersection dans 9 cas - un seul cas concernant un franchissement sans arrêt à un signal stop). L'absence d'arrêt et/ou la réalisation relativement rapide de la manœuvre d'insertion ou de traversée du conducteur du véhicule 2 a certainement eu une influence dans la non détection de l'utilisateur prioritaire. Mais il semble également qu'elle n'ait pas permis au conducteur du véhicule prioritaire de réagir suffisamment tôt pour pouvoir éviter la collision, bien que le véhicule 2 soit souvent en provenance de la gauche⁴⁸ (9 cas) et doive donc dans un premier temps traverser la ou les voie(s) de circulation de sens opposé avant d'interférer avec sa trajectoire.

Enfin, il apparaît dans un nombre plus restreint de cas que la complexité de l'intersection et notamment le nombre important et/ou la grande largeur des voies n'a pas favorisé la perception d'un véhicule de petite taille comme un deux-roues.

Nous présentons ci-dessous, les principaux objectifs à rechercher pour tenter de résoudre les problèmes de sécurité ici identifiés, et d'éviter ainsi la reproduction de ce type d'accident.

Objectifs à rechercher

Tout d'abord, la modération des vitesses, notamment à hauteur des intersections, irait sans doute dans le sens d'une diminution de ce type d'accident. Contrairement au scénario type 1, où nous avons vu qu'une réduction globale de la vitesse sur l'ensemble de la section est à rechercher, ce scénario type se produit, comme le scénario type 6 davantage en intersection. Par conséquent, une réduction des vitesses pratiquées en intersection, notamment pour les usagers prioritaires, permettrait certainement d'éviter ce type d'accident.

Il semble ensuite qu'une réduction de la vitesse de l'utilisateur non prioritaire lors de sa manœuvre d'insertion ou de traversée de l'axe prioritaire puisse également être un objectif à rechercher pour limiter ce type d'accident dans le sens où cela permettrait un prélèvement

⁴⁸ Contrairement au scénario type 1 où le conducteur non prioritaire s'engage le plus souvent après un arrêt, à une vitesse faible (du fait d'un masque à la visibilité important) et généralement en provenance de la droite par rapport au conducteur prioritaire (ne permettant pas à celui-ci de réagir une fois la manœuvre du véhicule non prioritaire engagée).

d'information plus important favorisant ainsi sans doute une perception plus fréquente de l'utilisateur prioritaire.

Enfin, la réduction de la complexité de la tâche de prélèvement et de traitement de l'information par l'utilisateur non prioritaire pourrait constituer un autre objectif à rechercher. Il apparaît en effet dans certains cas de ce scénario type que la détection du véhicule prioritaire (notamment lorsqu'il s'agit d'un deux-roues) n'a pas été favorisée par un aménagement large comportant plusieurs voies pour chaque sens de circulation. Nous décrivons ci-dessous quelques principes d'aménagement et éventuellement quelques aménagements de détail permettant d'atteindre les objectifs ici fixés.

Principes d'aménagement

Concernant l'objectif de réduction des vitesses pratiquées, notamment à hauteur des intersections, celui-ci peut être atteint au moyen de l'aménagement des voies et notamment par la mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir notamment CETUR, 1989a, CERTU, 1990, CERTU, 1994). La mise en place, par exemple, de carrefours surélevés (de type plateau en carrefour⁴⁹, CERTU, 2000) combinée à une réduction de la largeur de chaussée en amont ou à d'autres types de contrainte dynamique (effet de chicane par exemple) serait a priori favorable à la réduction du niveau des vitesses pratiquées et contribuerait ainsi à limiter la fréquence et la gravité des accidents relevant de ce scénario type. La mise en place de carrefours giratoires, dont l'efficacité en terme de réduction des accidents corporels est aujourd'hui largement reconnue, lorsqu'il s'agit d'intersections importantes, ne peut pas non plus être écartée. Concernant les effets de ce type de mesure, le lecteur pourra se reporter aux développements présentés dans la discussion relative au scénario type 1.

En ce qui concerne l'objectif de réduction de la vitesse du mouvement non prioritaire (afin de favoriser un prélèvement d'information sur l'axe prioritaire plus important), celui-ci peut être obtenu par la mise en place d'une contrainte de trajectoire, notamment lorsqu'il s'agit d'intersections se situant en périphérie de ville. La mise en place, par exemple, d'un îlot sur la branche non prioritaire de l'intersection irait sans doute dans le sens d'une réduction des accidents relevant de ce scénario type (SETRA, CETUR, 1992). D'autre part, l'aménagement d'une contrainte dynamique comme par exemple, la mise en place d'un plateau en carrefour (permettant également comme nous l'avons vu ci-dessus de réduire la vitesse du flux prioritaire, CERTU, 2000) pourrait également constituer un moyen pour réduire ce type d'accident. Par ailleurs, les conceptions très évasées des intersections favorisant la réalisation de manœuvres de tourne à droite (bien que concernant dans ce scénario type un nombre plus restreint de cas d'accident) à des vitesses relativement élevées sont également à éviter dans le sens où elles contribuent à une insuffisance dans le prélèvement d'information sur l'axe prioritaire. Une diminution du rayon de courbure de la bordure du trottoir pourrait par exemple permettre d'éviter les manœuvres rapides de tourne à droite.

⁴⁹ Bien qu'il existe à notre connaissance que peu d'études d'évaluation de ce type d'équipement, hormis, l'étude de Schnül et *al.* (1992) et qui concluent en l'absence d'effet significatif sur l'ensemble des accidents.

Concernant le choix du régime de priorité comme moyen pour tendre vers un arrêt du véhicule non prioritaire ou vers une réalisation à faible vitesse de sa manœuvre d'insertion ou de traversée, il ne semble pas qu'un seul régime de priorité puisse être recommandé pour l'ensemble des intersections d'une ville. Le choix du régime de priorité doit en général être fait au cas par cas sur la base notamment d'une bonne connaissance du fonctionnement du site.

Cependant, il semble que pour certaines intersections urbaines dans lesquelles se produisent régulièrement des accidents relevant de ce scénario type, une signalisation par « stop » peut constituer, en favorisant un arrêt du véhicule non prioritaire et par conséquent un prélèvement d'information par son conducteur plus important, un moyen efficace pour réduire ce type d'accident. Bien que de nombreux résultats contradictoires existent à ce sujet (Polus, 1985, Frith et Derby, 1987, Rosenbaum, 1983 cités par SETRA, CETUR, 1992 ou plus récemment Kulmala, 1994, Persaud et *al.*, 1997), il semble néanmoins, d'après la revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004), que l'implantation d'un signal stop sur la branche mineure des intersections à trois branches ou d'un signal « stop » sur les deux branches mineures des intersections à quatre branches, conduise à une réduction significative d'environ 20 % des accidents corporels pour les premières et d'environ 35 % pour les secondes. Elvik et Vaa soulignent l'intérêt pour la sécurité de ce type de signalisation puisque favorisant un arrêt plus fréquent du véhicule non prioritaire et une prise d'information plus importante sur l'axe prioritaire par son conducteur. Toutefois, ils mentionnent que ce type de signalisation doit rester rare et être utilisé uniquement dans le cas d'intersections caractérisées par un nombre élevé d'accidents liés à une prise d'information insuffisante ou inadéquate par l'utilisateur non prioritaire. SETRA, CETUR (1992) insistent également sur le fait que ce régime de priorité doit rester rare afin de ne pas aboutir à son discrédit.

Par ailleurs, la mise en place en place d'un carrefour giratoire ou à défaut d'un carrefour à feux pour les intersections supportant les trafics les plus importants peut également être envisagée. Les effets bénéfiques de la mise en place de ce type de carrefours sont aujourd'hui largement reconnus dans la littérature (SETRA, CETUR, 1992).

En ce qui concerne l'objectif de réduction de la complexité de la tâche de prise d'information par l'utilisateur non prioritaire, la réduction du nombre et de la largeur des voies pourrait y contribuer. Comme nous l'avons déjà mentionné dans la discussion relative au scénario type 6, on peut en effet émettre l'hypothèse qu'un véhicule prioritaire (notamment lorsqu'il s'agit d'un deux-roues) est d'autant moins perceptible pour un usager non prioritaire en provenance d'une autre rue ou d'un accès, que le nombre et la largeur des voies dans lesquelles il circule sont grands. Bien que des travaux restent nécessaires sur ce point, il semble d'après Elvik et Vaa (2004), qu'en milieu urbain, une largeur plus importante et un nombre accru de voies de circulation conduisent à des taux d'accidents plus grands (bien que ces résultats doivent être interprétés avec une certaine réserve, *cf.* développements suivant la description du scénario type 8). D'autre part, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, plusieurs expériences françaises et étrangères ont montré l'intérêt pour la sécurité d'un réaménagement de voies urbaines à 2x2 voies en 2x1 voies avec mise en place d'un terre-plein central et cela y compris dans le cas d'infrastructures urbaines supportant un trafic élevé (voir par exemple, Herrstedt et *al.*, 1993, CERTU, 1994 ou encore GART, 2000).

Par ailleurs, en milieu urbain, la réduction de la largeur de chaussée et du nombre de voies de circulation sont des aménagements recommandés pour améliorer la sécurité des piétons (sur ce point, voir notamment Brenac et *al.*, 2003).

7.3 Présentation détaillée du scénario type 8

Scénario type 8

(décrit sur la base de 9 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule sur une voie urbaine large comportant plusieurs voies pour son sens de circulation (chaussée bidirectionnelle à 2 voies pour chaque sens de circulation dans 4 cas, chaussée en sens unique à 2 voies dans 3 cas, autoroute urbaine dans 1 cas, large boulevard urbain avec multiplicité des voies pour chaque sens de circulation dans 1 cas), **généralement à proximité d'une intersection** (8 cas). **Un véhicule 2, généralement un deux-roues** (une motocyclette dans 3 cas, un cyclomoteur dans 3 cas, un cycle dans 1 cas) **circule derrière le véhicule 1 dans le même sens de circulation et sur une autre voie.**

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 effectue une manœuvre de changement de file de circulation (vers la droite dans 5 cas, vers la gauche dans 4 cas) **sans percevoir le véhicule 2 circulant sur la voie de destination. La perception du véhicule 2 par le conducteur est le plus souvent nulle jusqu'au choc** (6 cas, 3 cas restent indéterminés).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 n'effectue le plus souvent aucune manœuvre d'urgence (6 cas, 3 cas restent indéterminés). **Le conducteur du véhicule 2 effectue généralement une manœuvre d'urgence** (freinage d'urgence dans 3 cas, déport latéral dans 3 cas ; déport latéral combiné à un freinage d'urgence dans 1 cas). Dans un cas, il n'a pas le temps de réagir. Un cas reste indéterminé.

Situation de choc

Collision de type side-swipe dans 3 cas. Dans 3 autres cas, le freinage d'urgence provoque la perte de contrôle et la chute du deux-roues sur la chaussée. Dans les 3 derniers cas, les deux véhicules n'entrent pas en collision mais suite à un déport latéral, le véhicule 2 heurte un terre plein central provoquant le retournement du véhicule (1 cas), un autre véhicule (1 cas) ou plusieurs balises auto-relevables provoquant la chute du deux-roues.

Facteurs accidentogènes :

- Multiplicité des voies pour le même sens de circulation générant des manœuvres de changement de file (particulièrement défavorables aux deux-roues compte tenu de leur faible perceptibilité) (9 cas) ;

- largeur de chaussée relativement importante favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (4 cas : chaussée bidirectionnelle à 2 voies pour chaque sens de circulation : 12 m ; 15 m ; 17 m ; chaussée à deux voies en sens unique : 13,90 m) ;
- balises auto-relevables implantées à l'extrême limite de la voie et particulièrement déstabilisatrices pour les deux-roues à moteur (1 cas) ;
- expérience limitée du conducteur du véhicule 1 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle présence d'un véhicule sur la voie de destination (3 cas : respectivement 9 mois, 2 ans et 3 ans et 11 mois de permis de conduire) ;
- jeune âge et/ou expérience relativement limitée du conducteur du véhicule 2 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle manœuvre de changement de file du véhicule 1 (2 cas) ;
- alcoolémie relativement élevée pour le conducteur du véhicule 1 ayant sans doute altéré ses capacités de perception (d'autant plus que l'usager non perçu est un deux-roues à moteur) (1 cas : 0,70 g/l) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues (notamment sur l'arrière et dans le rétroviseur) (7 cas) ;
- véhicule puissant favorisant la pratique d'un niveau de vitesse assez élevé (2 cas) ;
- système de freinage d'un cycle ayant provoqué le blocage des roues et la chute de son conducteur (1 cas) ;
- faible visibilité sur l'arrière droit (lors d'une manœuvre de changement de file vers la droite) d'un véhicule de type véhicule utilitaire léger (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Instabilité des deux-roues suite à un léger choc ou à un freinage d'urgence (5 cas) ;
- style de conduite rapide et offensif d'un jeune conducteur masculin (26 ans) ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- trajet précédant les lieux de l'accident sur autoroute ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- caractère urgent du trajet d'un motocycliste ayant contribué à la pratique d'un niveau de vitesse élevé (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Concernant la position du véhicule 2 par rapport au véhicule 1, l'analyse approfondie des cas indique que dans 5 cas, le véhicule 2 circule à hauteur du véhicule 1 lors de la prise d'information et le début de la manœuvre de changement de file. Dans 3 autres cas, le véhicule 2 circule à une vitesse élevée et se trouve relativement éloigné derrière le véhicule 1 lors de la prise d'information. Enfin, un cas reste indéterminé.
- dans l'un des cas, le conducteur du véhicule 1 a une partie de son attention focalisée sur la recherche de sa direction, ne lui permettant pas de détecter le deux-roues lors de sa manœuvre de changement de file.

Facteurs de gravité :

- Bordure haute d'un îlot central ayant provoqué le retournement du véhicule 2 suite à un déport latéral (1 cas) ;

– absence de dispositif de retenue dans une courbe d’une bretelle de sortie d’une autoroute urbaine (1 cas).

Dommmages corporels :

Aucun cas de ce scénario type n’est mortel. Les blessures sont légères dans 4 cas. Il s’agit de traumatismes légers, de contusions, hématomes ou encore de légères plaies. Dans 2 cas, les blessures sont relativement graves. Il s’agit pour l’un, d’un cyclomotoriste de 62 ans se fracturant au cours de sa chute l’omoplate gauche ainsi que plusieurs côtes. Pour l’autre, il s’agit d’un conducteur arrêté à un carrefour à feux et heurté latéralement par le véhicule 1 en perte de contrôle suite à un brusque déport latéral. Le conducteur souffre de multiples fractures au bras gauche et aux côtes, nécessitant une ITT d’au moins 60 jours. Dans les cas restants, l’information disponible est insuffisante.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 2,4 % des accidents corporels n’impliquant pas de piéton et recensés en France en milieu urbain. Un scénario type présentant une certaine parenté avec le présent scénario type avait été mis en évidence dans la référence (Brenac et *al.*, 1996). Un rapprochement avec le type d’accident « Lane change » mis en évidence par Retting et *al.* (1995) sur la base de l’analyse de 4526 procès-verbaux d’accidents urbains, peut également être fait. D’après ces auteurs, ce type d’accident représente environ 13 % des cas et est l’un des cinq principaux types d’accidents (corporels et matériels) s’étant produits entre 1990 et 1991 dans les villes de Akron (Ohio), La Nouvelle Orléans (Louisiane) et Yonkers (Etat de New York) et dans le comté très urbanisé de Arlington en Virginie.

La particularité de ce scénario type d’accident réside dans le fait qu’il se produit uniquement sur des infrastructures urbaines généralement de première importance (de type artère urbaine dans 4 cas, de type voie pénétrante dans 4 cas, de type autoroute urbaine dans 1 cas) comportant plusieurs voies pour le même sens de circulation et supportant souvent un trafic élevé. Là encore, on remarque la sur-implication des deux-roues (par rapport à leur part dans le trafic) dans ce type d’accident (7 cas sur 9). Leur faible perceptibilité, notamment lors d’une prise d’information sur l’arrière, et leur grande vulnérabilité en cas de choc⁵⁰ peuvent probablement expliquer cette sur-implication. Différents problèmes de sécurité émergent de ce scénario type. Nous les décrivons ci-dessous.

Problèmes de sécurité identifiés

Il apparaît tout d’abord que l’aménagement de plusieurs voies pour le même sens de circulation génère des manœuvres de changement de file qui peuvent s’avérer être particulièrement défavorables aux deux-roues, compte tenu de leur faible perceptibilité, notamment lors d’une prise d’information sur l’arrière, et de leur vulnérabilité.

⁵⁰ D’après les résultats de Retting et *al.* (1995), près de 85 % des accidents du type « Lane change » sont des accidents matériels. Il est possible qu’en France, ce type d’accident soit également fréquent mais n’ait que rarement des conséquences corporelles (sauf dans le cas où un deux-roues est impliqué).

D'autre part, dans trois cas de ce scénario type, la vitesse assez élevée du véhicule 2 (qui est un motocycliste dans deux cas) a eu une influence déterminante dans le déroulement de l'accident. La vitesse conditionne en effet le temps disponible pour que le conducteur puisse réagir une fois la manœuvre de changement de file du véhicule 1 engagée. D'autre part, la vitesse du véhicule 2 semble également avoir eu une influence non négligeable dans sa non détection par le conducteur du véhicule 1. Les travaux de Brenac et *al.* (2006), portant sur le cas particulier des accidents impliquant des motocyclistes et un autre usager (véhicule ou piéton) en milieu urbain, suggèrent en effet que les cas d'accidents liés à des problèmes de perceptibilité sont associés à des vitesses en règle générale plus élevées. Comme nous l'avons mentionné plus haut, ces auteurs expliquent ce résultat par le fait que la vitesse a sans doute une influence sur la taille apparente du motocycliste (pour un même temps les séparant d'une collision potentielle), cette taille étant d'autant plus petite que la vitesse du motocycliste est élevée. Bien entendu, la vitesse joue un rôle très important dans l'apparition et l'aggravation de blessures.

Il ressort de l'analyse approfondie de ces trois cas que la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé par le conducteur du véhicule 2 a été encouragée ou permise (cas d'un motocycliste effectuant un trajet urgent) par un aménagement rectiligne et large de l'infrastructure.

Nous décrivons ci-dessous les principaux objectifs à rechercher pour tenter de résoudre les problèmes de sécurité ici identifiés.

Objectifs à rechercher

Il semble tout d'abord qu'une réduction de la fréquence des manœuvres de changement de file puisse être un premier objectif à rechercher. Ce type de manœuvre est en effet particulièrement défavorable aux deux-roues compte tenu de leur faible perceptibilité, notamment sur l'arrière, et de leur vulnérabilité en cas de collision ou de chute.

D'autre part, il semble qu'une diminution des vitesses pratiquées sur l'ensemble de la section concernée, et cela par différents moyens (voir point suivant), irait dans le sens d'une diminution de la fréquence et de la gravité de ce type d'accident. Un niveau de vitesse plus faible permettrait probablement au conducteur du véhicule 2 de réagir suffisamment tôt pour éviter l'accident. Un abaissement du niveau général des vitesses pratiquées contribuerait également sans doute à ce que ce type d'accident se produise à des niveaux de vitesses plus faibles et occasionnent ainsi des dommages moins importants. Enfin, il est probable qu'un resserrement vers le bas de la distribution des vitesses limiterait les phénomènes de non perception.

Nous proposons ci-dessous un ensemble non exhaustif de principes d'aménagement permettant de répondre à ces objectifs.

Principes d'aménagement

L'objectif de réduction de la fréquence des manœuvres de changement de file peut être obtenu par la réduction du nombre de voie de circulation.

Comme nous l'avons déjà mentionné, il n'existe pas à notre connaissance d'études robustes évaluant de façon isolée l'effet sur la sécurité d'une réduction du nombre de voies de circulation. On peut néanmoins évoquer la revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) qui s'appuie sur les études de The Nordtyp project group (1980), Muskaug (1981, 1985), Blakstad et Giaver (1989), Thorson et Mouritsen (1971), Andersen (1974, 1977), Vejdirektoratet (1980), Krenk (1985), Kihlberg et Tharp (1968), Rogness et al. (1982), Harwood (1986), Levine et al. (1988). Ces études évaluent l'effet sur la sécurité, non pas d'une diminution du nombre de voies mais d'une augmentation du nombre de voies, qu'il s'agisse d'infrastructures urbaines, de rase campagne ou de type autoroutier. En général, une augmentation du nombre de voies paraît associée à une augmentation du nombre d'accidents corporels et matériels, cette tendance étant cependant moins claire sur les voies urbaines. Ces résultats sont toutefois à prendre avec précaution : toutes ces études portent en effet sur une comparaison pour une période donnée du taux d'accidents de différents sites comportant deux, trois, quatre ou six voies de circulation et non pas sur des comparaisons avant / après un réaménagement. Ces études, ne tiennent pas compte des effets (sans doute importants) complexes sur le taux d'accident de certains facteurs de confusion comme par exemple les effets de l'environnement direct (présence de commerce, de stationnement, *etc.*) de chaque site étudié sur son taux d'accident.

Malgré l'absence d'études robustes évaluant l'effet sur les accidents d'une réduction du nombre de voies de circulation, on peut toutefois citer plusieurs expériences françaises ou étrangères (voir notamment CERTU, 1990, CERTU, 1994, Herrstedt et al., 1993, GART, 2000) montrant l'intérêt pour la sécurité routière⁵¹ d'une réduction du nombre de voies de circulation associée à d'autres comme l'aménagement de contre allées par exemple et de dispositifs visant une réduction des vitesses (comme, la mise en place de terre plein centraux, d'effets de chicane, *etc.*) et cela y compris dans le cas de voirie supportant un trafic supérieur à 20000 véhicules par jour.

On peut par exemple citer le cas d'une opération menée dans le cadre du programme « Ville plus sûre, quartiers sans accident » et portant sur le réaménagement de deux boulevards importants de l'agglomération de Lorient comportant deux voies pour chaque sens de circulation (CERTU, 1992). L'opération de réaménagement visait à réaliser un terre-plein central et à réduire l'espace affecté à l'automobile à une voie par sens. Une bande cyclable pour chaque sens de circulation était également aménagée. Une évaluation avant / après montre une réduction des accidents et des vitesses pratiquées.

On peut également mentionner une opération de réaménagement menée sur un boulevard de la ville de Nantes comportant initialement deux voies pour chaque sens de circulation. Le rétrécissement du boulevard à 2x1 voie avec aménagement de larges bandes cyclables et de giratoires aux intersections, a conduit à une diminution des accidents et à une réduction des vitesses pratiquées de l'ordre de 5 à 15 km/h tout en maintenant une capacité d'écoulement du trafic importante voire améliorée (de l'ordre de 40000 véhicules par jour).

⁵¹ Mais aussi pour d'autres valeurs comme par exemple la qualité de vie, la valeur patrimoniale.

Bien que dans ces opérations, il fut difficile de dissocier les effets d'une réduction du nombre de voies des effets d'autres mesures d'aménagements (comme par exemple, l'aménagement de carrefours giratoires aux intersections), il nous semble néanmoins raisonnable de penser qu'une réduction du nombre de voies de circulation, même dans le cas d'infrastructures urbaines supportant un trafic important, peut constituer une voie prometteuse pour réduire les accidents relevant de ce scénario type.

Enfin, concernant l'objectif de réduction des vitesses pratiquées, il peut en effet être obtenu par une réduction du nombre de voies de circulation et par la mise en œuvre de techniques de trafic-calming (voir notamment CETUR, 1989, CERTU, 1990, CERTU, 1992). Cependant, dans le cas d'infrastructures urbaines comportant de multiples voies de circulation, supportant un trafic très important, et pour lesquelles une réduction du nombre de voies de circulation et la mise en œuvre de techniques de trafic-calming peut s'avérer délicate (forts risques de congestion en cas de réduction significative du nombre de voies, nuisances sonores importantes en cas d'équipements de modération des vitesses utilisant des déflexions verticales, notamment), un renforcement durable du système de contrôle-sanction des excès de vitesse, dont les effets sur la réduction des vitesses et des accidents ont été démontrés, peut être envisagé (voir par exemple Vaa, 1997 ou Chen et *al.*, 2000).

7.4 Présentation détaillée du scénario type 9

Scénario type 9

(décrit sur la base de 6 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 se trouve stationné (4 cas : sur le trottoir dans 2 cas, dans une place de stationnement aménagée sur la chaussée dans 2 cas) **ou arrêté** (2 cas) **sur le bord droit d'une voie urbaine généralement large, dans la plupart des cas hors intersection** (5 cas) **et s'apprête à effectuer une manœuvre de demi-tour** (4 cas), **de tourne à gauche** (1 cas : en direction d'une autre rue située à proximité) **ou d'insertion** (1 cas). **Le conducteur prend de l'information dans son rétroviseur extérieur gauche. Un deux-roues à moteur** (motocyclette dans 5 cas, dont 3 motocyclettes légères, cyclomoteur dans 1 cas) **circule sur la voie.**

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 engage sa manœuvre sans percevoir le deux-roues à moteur qui survient derrière lui. La perception du deux-roues à moteur par le conducteur est dans la plupart des cas nulle jusqu'au choc (5 cas).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 ne réalise aucune manœuvre d'urgence (5 cas, un cas reste indéterminé). **Le conducteur du deux-roues à moteur effectue le plus souvent une manœuvre d'urgence** (4 cas : freinage d'urgence combiné à un déport latéral dans 2 cas, freinage d'urgence seul dans 1 cas, déport latéral seul dans 1 cas). Un cas reste indéterminé.

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Aménagement fluide et/ou assez large (largeurs totales : 10,25 m ; 17,50 m ; voie urbaine bidirectionnelle à 4 voies et d'une largeur indéterminée dans un cas) d'une voie urbaine favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (notamment lorsqu'il s'agit de deux-roues à moteur) ;
- largeur de chaussée relativement importante ne favorisant pas la perception d'un véhicule de petite taille (tel qu'un deux-roues à moteur) (4 cas : largeur : 10,25 m ; 11,60 m ; 17,50 m ; chaussée bidirectionnelle à 4 voies d'une largeur indéterminée dans un cas) ;
- scène visuelle dense (environnement de centre-ville, présence de commerces) ne favorisant pas la perception d'un deux-roues à moteur (1 cas) ;
- absence d'aménagement central sur une voie urbaine roulante permettant la réalisation de manœuvres de demi-tour (2 cas) ;
- expérience limitée du conducteur du véhicule 1 et ayant pu contribuer à des attentes inappropriées (2 cas : antériorité du permis de conduire : 2 mois ; 6 mois) ;
- expérience limitée du conducteur du deux-roues à moteur limitant ses capacités de prévision et d'anticipation (3 cas : 9 jours de permis ; 2 ans de permis ; 3 ans de permis) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues à moteur (6 cas) ;
- phare avant d'une motocyclette non allumé n'ayant pas favorisé sa détection par le conducteur du véhicule 1 (2 cas : accidents se produisant de jour) ;
- motocyclette puissante favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Caractère inattendu pour le conducteur du deux-roues à moteur de la manœuvre de demi-tour du véhicule 1, ce dernier faisant partie d'une file de véhicules en stationnement sur le côté droit de la chaussée (2 cas) ;
- style de conduite rapide et offensif d'un jeune conducteur masculin ayant contribué à la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (2 cas : âge des conducteurs : 25 ans).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Le trafic faible a dans 2 cas favorisé et permis la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé pour le conducteur d'un deux-roues à moteur.

Facteurs de gravité :

- Présence d'un véhicule en stationnement heurté par le conducteur du deux-roues à moteur (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont bénignes dans un cas. Il s'agit d'un léger traumatisme au genou droit n'impliquant pas de jour d'I.T.T. Dans un cas, les blessures sont légères mais nécessitent

néanmoins une journée d'hospitalisation. Le conducteur du deux-roues à moteur souffre de nombreux traumatismes légers, de multiples plaies et hématomes. Dans 3 cas, les blessures sont plus sérieuses et nécessitent une durée d'hospitalisation plus longue. Il s'agit dans les 3 cas de fractures (fracture ouverte avec dilacération des muscles dans un cas). Enfin, dans un cas, l'information relative aux blessures est lacunaire mais il semble s'agir de blessures légères.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 1,2 % des accidents corporels sans piéton impliqué recensé en milieu urbain en France. Un scénario type présentant une certaine parenté avait été mis en évidence dans une étude antérieure se limitant au département des Bouches du Rhône (Brenac *et al.*, 1996). Néanmoins, ce scénario type était davantage marqué par des manœuvres d'insertion dans la circulation plutôt que par des manœuvres de demi-tour comme c'est le cas dans le scénario type présenté ici.

Le présent scénario type se distingue du scénario type précédent dans le sens où le prélèvement d'information sur l'arrière effectué par le conducteur du véhicule 1 est ici, a priori, plus important (dans le temps alloué à cette tâche) dans la mesure où le conducteur n'a pas à contrôler sa trajectoire et sa progression dans la circulation puisqu'il est arrêté⁵² sur le côté de la chaussée. D'autre part, la manœuvre d'insertion ou de demi-tour depuis le bord droit de la chaussée (depuis une file de véhicules en stationnement dans 2 cas) est ici bien moins prévisible pour le conducteur survenant de l'arrière, ce qui justifie là encore la distinction de deux scénarios types.

Comme dans les précédents scénarios types, on remarque la sur-implication des deux-roues, notamment des deux-roues à moteur⁵³ par rapport à leur part dans le trafic. Cette sur-implication peut sans doute s'expliquer par la faible perceptibilité de ce type de véhicule, notamment lors d'une prise d'information dans le rétroviseur. Différents problèmes de sécurité en lien avec l'aménagement des infrastructures apparaissent à la lecture de ce scénario type. Nous les décrivons ci-dessous.

Problèmes de sécurité identifiés

Il apparaît tout d'abord que la vitesse relativement élevée du deux-roues à moteur, favorisée par un aménagement large et rectiligne de la voie a été un élément déterminant dans le déroulement de l'accident dans au moins trois cas de ce scénario type. La vitesse du deux-roues motorisé joue en effet un rôle majeur dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois la manœuvre du véhicule 1 engagée. D'autre part, comme dans la plupart des scénarios types où un deux-roues motorisé n'est pas perçu bien qu'il soit dans le champ visuel de l'autre conducteur, la vitesse a une influence déterminante (sur ce point, voir plus haut les développements présentés concernant les scénarios types 6 et 7 notamment).

⁵² Néanmoins, il convient de remarquer que quatre cas de ce scénario type concernent des manœuvres de demi-tour nécessitant également une prise d'information sur le trafic venant en sens inverse.

⁵³ Les motocyclettes semblent par ailleurs particulièrement concernées par ce type d'accident (cinq cas, parmi les six cas constituant ce scénario type, impliquent une motocyclette), bien qu'aucune conclusion sur ce point ne puisse être avancée compte tenu du nombre relativement faible de cas.

D'autre part, il ressort de l'analyse approfondie des cas que le dimensionnement large de l'infrastructure (de type infrastructure urbaine à deux voies pour chaque sens de circulation dans trois cas) n'a pas favorisé la perception du deux-roues. Comme nous l'avons mentionné dans la discussion relative aux scénarios types 6 et 7, on peut en effet faire l'hypothèse qu'un deux-roues est d'autant moins perceptible (surtout dans un rétroviseur comme c'est le cas dans ce scénario type) que la largeur et le nombre des voies dans lesquelles le conducteur de l'autre véhicule doit prendre de l'information sont grands. D'autres recherches sur ce point restent néanmoins nécessaires.

Enfin, le fait même que les manœuvres de demi-tour soient possibles (ou encouragées par le large dimensionnement) sur des voies principales larges favorisant la vitesse, pourrait également être mis en question.

Nous décrivons ci-dessous une liste non exhaustive des objectifs à rechercher pour tenter de résoudre les problèmes de sécurité ici identifiés.

Objectifs à rechercher

En matière de réduction des vitesses, les accidents de ce scénario type étant diffus, seule une réduction globale des vitesses sur l'ensemble de la section (contrairement aux scénarios types 6 et 7 par exemple, où une réduction plus ponctuelle des vitesses, notamment à hauteur des intersections, est à rechercher) sur laquelle se produisent ce type d'accident, et cela par différents moyens (voir point suivant), pourrait constituer une possibilité intéressante pour réduire la fréquence et la gravité de ce type d'accident. Comme nous l'avons vu ci-dessus, la vitesse joue en effet un rôle déterminant dans la plupart des scénarios types où un deux-roues à moteur n'est pas perçu. Par conséquent, toute disposition permettant une diminution des vitesses pratiquées irait sans doute dans le sens d'une diminution des accidents relevant de ce scénario type.

D'autre part, la réduction de la complexité de la tâche de prise d'information du conducteur du véhicule 1 pourrait également constituer une voie prometteuse pour limiter ce type d'accident. Trois cas de ce scénario type se produisent en effet sur des infrastructures urbaines comportant deux voies relativement larges pour chaque sens de circulation. Un tel dimensionnement de la chaussée ne facilite pas en effet la tâche de prise d'information du conducteur du véhicule 1 souhaitant dans ces trois cas effectuer une manœuvre de demi-tour, dans la mesure où il doit effectuer un contrôle sur quatre voies de circulation distinctes.

Enfin, il semble qu'une réduction de la fréquence des manœuvres de demi-tour, notamment en section courante sur des voies urbaines principales où elles sont particulièrement inattendues, pourrait également constituer une voie intéressante pour limiter les accidents relevant de ce scénario type⁵⁴.

⁵⁴ Concernant le motif de réalisation de la manœuvre de demi-tour, il ressort de l'analyse approfondie des cas que cette manœuvre est réalisée suite à un mauvais choix d'itinéraire dans 2 cas, à l'oubli d'un document par un conducteur venant de quitter son lieu de travail dans un cas, pour une raison indéterminée dans le dernier cas.

Plusieurs principes d'aménagement peuvent permettre d'atteindre ces objectifs. Nous les décrivons ci-dessous.

Principes d'aménagement

En ce qui concerne l'objectif de réduction des vitesses, celui-ci peut être obtenu au travers un réaménagement de la voirie utilisant des techniques de *traffic-calming* et visant une modération des vitesses (voir par exemple CETUR, 1989, CERTU, 1990, CERTU, 1994, Elvik et Vaa, 2004). Dans le cas d'infrastructures urbaines comportant un grand nombre de voies de circulation et supportant un trafic très important, un renforcement durable du système de contrôle et de sanction des excès de vitesses pourrait être envisagé (voir par exemple Vaa, 1997, OCDE, 1999, Chen et *al.*, 2000).

Concernant l'objectif de réduire la complexité de la tâche de prise d'information, celui-ci pourra être atteint par la réduction lorsque cela est possible du nombre des voies de circulation. Le passage de configurations à 2x2 voies à 2x1 voies, accompagné de l'aménagement d'un terre plein central semble, d'après plusieurs expérimentations menées sur des voies urbaines et présentées dans la référence (CERTU, 1994), de nature à améliorer la sécurité et cela y compris pour des voies supportant des volumes de trafic allant jusqu'à 40000 véhicules par jour (GART, 2000). Sur ce point le lecteur pourra se reporter à la partie « discussion » suivant le scénario type 6. Par ailleurs ce type de réaménagement peut également s'avérer positif pour réduire certains types d'accidents impliquant des piétons (sur ce point, voir Brenac et *al.*, 2003, p 66-71)

D'autre part, l'aménagement d'un terre plein central sur des sections urbaines sur lesquelles se produisent des accidents relevant de ce scénario type peut s'avérer être un moyen radicalement efficace. Bien que souvent recommandée (voir par exemple Tira et Ventura, 2000, cité par Brenac et *al.*, 2003, GART, 2000, CETUR, 1989), l'implantation sur l'ensemble d'une section urbaine d'un terre-plein central a rarement fait l'objet d'évaluations approfondies. Néanmoins, comme nous l'avons mentionné dans la discussion relative au scénario type 6, plusieurs expériences françaises ou étrangères ont montré l'intérêt de ce type d'aménagement en plus d'aménagements visant une réduction des vitesses. Par ailleurs, la mise en place de giratoires, dont l'efficacité en terme de réduction des accidents corporels est aujourd'hui largement reconnue, y compris en milieu urbain, voir par exemple SETRA, CETUR, 1992, Hyden et Vårhelyi, 2000, Elvik et Vaa, 2004) aux intersections les plus importantes pourrait alors permettre de réaliser des manœuvres de demi-tour dans de meilleures conditions de sécurité.

7.5 Présentation détaillée du scénario type 10

Scénario type 10

(décrit sur la base de 5 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un véhicule léger dans 2 cas, un véhicule utilitaire léger dans un cas, un véhicule de transport en commun dans un cas, un cycle dans un cas) **circule sur une voie urbaine dans la plupart des cas étroite (4 cas), et dans la plupart des cas hors intersection (4 cas), et à l'approche d'un véhicule stationné (4 cas) ou arrêté (1 cas) généralement sur la chaussée. Un véhicule 2 (un deux-roues à moteur de type cyclomoteur dans les 5 cas) circule en sens inverse.**

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 se déporte vers le centre de la chaussée pour dépasser le véhicule stationné ou arrêté sur la chaussée (4 cas) ou pour éviter un véhicule stationné dans l'angle d'une intersection (1 cas : cas d'un bus tournant à droite en intersection) et cela sans percevoir le deux-roues à moteur circulant en sens inverse.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 ne réalise aucune manœuvre d'urgence dans 2 cas (il n'a pas le temps de réagir dans un cas ; ne perçoit pas le deux-roues jusqu'au choc dans l'autre cas). Il réalise une manœuvre d'urgence dans 2 cas (freinage d'urgence dans 1 cas, coup de volant vers la droite dans un cas). Le dernier cas est indéterminé.
Le conducteur du deux-roues à moteur effectue un freinage d'urgence (3 cas). Il n'a pas le temps d'engager une manœuvre d'urgence dans 1 cas. Le dernier cas est indéterminé.

Situation de choc

Collision fronto-frontale (4 cas). Dans le dernier cas, le freinage d'urgence sur chaussée mouillée effectué par conducteur du deux-roues à moteur provoque la perte de contrôle du deux-roues. Il chute alors sur la chaussée avant de glisser sous le véhicule 1 qui lui roule sur le corps.

Facteurs accidentogènes :

- Présence d'un véhicule en stationnement sur une chaussée étroite et plus particulièrement à l'endroit d'un rétrécissement de la voie obligeant le véhicule 1 à se déporter sur l'autre voie de circulation pour poursuivre sa progression (3 cas) ;
- aménagement de la voie en amont d'un rétrécissement favorisant la vitesse, notamment pour un deux-roues à moteur (2 cas) ;
- visibilité en aval en partie masquée par un véhicule stationné sur la chaussée (de type camion de chantier dans un cas, par un virage et un pont dans un autre cas) ;
- présence d'un véhicule en stationnement sur une voie étroite et à l'angle d'une intersection souvent empruntée par des véhicules de transports en commun (à proximité d'un collège) contraignant ces derniers, compte tenu de leurs contraintes de giration, à se déporter dans un premier temps sur la partie gauche de la voie pour tourner à droite (1 cas) ;

- largeur importante d'une voie urbaine, sans aménagement central favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé et la réalisation de manœuvres de dépassement (1 cas) ;
- absence de disposition sur une zone de chantier permettant une circulation alternée (1 cas) ;
- jeune âge et inexpérience d'un cyclomotoriste limitant ses capacités de prévision et d'anticipation (3 cas : âge du cyclomotoriste : 15 ans ; 16 ans ; 16 ans) ;
- faible perceptibilité des deux-roues à moteur (5 cas) ;
- véhicule puissant, à caractère sportif favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide et offensif (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Maniabilité et faible encombrement des deux-roues à moteur leur permettant de maintenir un niveau de vitesse assez élevé à l'approche d'un rétrécissement de chaussée (4 cas) ;
- jeune âge d'un cyclomotoriste de sexe masculin ayant favorisé un style de conduite rapide et démonstratif (4 cas : âge du cyclomotoriste : 14 ans ; 15 ans ; 16 ans ; 16 ans) ;
- encombrement et contraintes de giration d'un véhicule de transport en commun nécessitant dans un premier un déport vers la gauche de la voie afin de tourner à droite : se pose ici la question de l'utilisation de ce type de véhicule sur des lignes (à fréquence importante) empruntant des voies étroites (1 cas) ;
- jeune âge du conducteur du véhicule 1, de sexe masculin, un samedi soir, conduisant un véhicule à caractère sportif, favorisant l'adoption d'un style de conduite offensif (1 cas) ;
- chaussée mouillée ayant provoqué la perte de contrôle du deux-roues suite à une manœuvre brutale de déport latéral par le conducteur (1 cas) ;
- instabilité des deux-roues à moteur sur chaussée glissante (1 cas) ;
- grande habitude du trajet pour un cyclomotoriste ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite rapide (3 cas) ;
- conducteur du véhicule 1 pressé de finir la semaine et de déposer son véhicule professionnel au siège social de son entreprise, ayant contribué à une manœuvre de déport rapide et une prise d'information sommaire (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas, l'attention du conducteur du véhicule 1 (un jeune cycliste de 13 ans) est en partie focalisée sur une discussion avec plusieurs de ses camarades. La prise d'information sur le trafic en sens inverse est alors très sommaire ;
- dans un cas, il s'agit d'un véhicule de transport en commun s'appêtant à tourner à droite dans une intersection. La combinaison de l'étréitesse de la voie et de la présence d'un véhicule stationné à l'angle de l'intersection contraint son conducteur à se déporter dans un premier temps sur l'autre voie de circulation afin de réaliser sa manœuvre ;
- dans un cas, il s'agit d'un véhicule dépassant deux véhicules arrêtés sur la voie à hauteur d'un accès. Il dépasse ces deux véhicules en empruntant une voie de tourne à gauche aménagée à cet endroit, sans percevoir un deux-roues à moteur circulant en sens inverse qu'il percute avec la partie avant gauche de son véhicule.

Facteurs de gravité :

- Casque d'un cyclomotoriste se détachant consécutivement au choc ayant provoqué un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale (1 cas) ;

–agressivité d'un véhicule de transport en commun lors d'un choc avec un deux-roues (1 cas) ;

Dommmages corporels :

Les blessures subies par les occupants de deux-roues sont assez graves (multiples fractures) dans tous les cas de ce scénario type et nécessitent une hospitalisation. Dans deux cas, il s'agit d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale accompagné de fractures fermées non complexes. La durée d'hospitalisation est de quelques jours. Dans un cas, il s'agit d'un cyclomotoriste hospitalisé vingt-deux jours pour une contusion pulmonaire et de multiples fractures. Dans un autre cas, le cyclomotoriste souffre notamment d'une rupture du ligament croisé antéro-externe du genou droit, d'une fracture ouverte du fémur gauche. Enfin, dans le dernier cas, les blessures infligées au cyclomotoriste sont sérieuses. Après avoir perdu le contrôle de son deux-roues, il glisse en direction de la voie de sens inverse et est écrasé par un véhicule. Il souffre alors d'une contusion générale grave, de multiples fractures et traumatismes.

Discussion

Ce scénario type est relativement peu représenté puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 1 % des accidents corporels n'impliquant pas de piéton recensés en France en milieu urbain. Un scénario type présentant une certaine parenté avait été mis en évidence dans une étude antérieure se limitant au département des Bouches du Rhône (Brenac et *al.*, 1996). La gravité de ces accidents paraît assez importante en raison d'une part de l'implication particulière des usagers de deux-roues motorisés dans ce scénario type, d'autre part de la configuration du choc entre les deux véhicules (choc frontal dans quatre cas sur cinq).

Ce scénario type se distingue assez nettement du scénario type 6 décrit précédemment dans la mesure où il semble davantage se produire sur des voies urbaines relativement étroites. D'autre part, l'influence d'un véhicule en stationnement sur la chaussée est ici centrale dans la mesure où la présence de ce véhicule oblige le conducteur du véhicule 1 à se déporter vers le centre de la chaussée pour poursuivre sa progression.

Il paraît difficile de proposer une discussion suffisamment étayée sur les possibilités de prévention, ce scénario type étant représenté par un faible nombre de cas. On peut néanmoins s'interroger sur la présence d'un véhicule isolé stationné sur la chaussée (4 cas) nécessitant un déport vers le centre de la chaussée et une circulation sur la voie de circulation de sens inverse. Ce problème peut être traité par un réaménagement de la voirie visant une meilleure organisation du stationnement et de meilleures pratiques de stationnement (stationnement en encoches par exemple lorsque l'emprise disponible le permet). Sur ce point, voir notamment la discussion relative au scénario type 1. D'autre part, un renforcement du contrôle du stationnement pourrait sans doute également être envisagé dans certains cas.

En outre, il apparaît qu'une réduction des vitesses pratiquées sur l'ensemble des sections concernées par un réaménagement de la voirie utilisant des techniques de traffic-calming pourrait également permettre de limiter le risque d'accidents relevant de ce scénario type (sur ce point, voir les références citées dans la discussion relative au scénario type 1, notamment

CETUR ; 1989, 1990, CERTU, 1992). La vitesse du deux-roues motorisé joue en effet un rôle déterminant dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois le véhicule 1 déporté sur l'autre voie de circulation. La vitesse a également une influence très forte dans l'apparition et l'aggravation des blessures.

7.6 Présentation détaillée du scénario type 11

Scénario type 11

(décrit sur la base de 7 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule sur une voie urbaine (tout type) à l'approche d'une intersection de type « X » (réglementée par un signal « stop » dans 4 cas, par un signal « cédez le passage » dans 1 cas ou par priorité à droite dans 2 cas) dans laquelle il n'est pas prioritaire et dans laquelle il souhaite poursuivre sa progression. Le conducteur est souvent non local (3 cas). Un véhicule 2 circulant sur l'axe prioritaire est à l'approche de l'intersection.

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 ne perçoit pas ou très tardivement la présence de l'intersection ou la perte de priorité et s'engage dans l'intersection tandis que le véhicule 2 survient.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 n'a le plus souvent pas le temps d'entreprendre une manœuvre d'urgence (4 cas). Dans un cas, il effectue un freinage d'urgence. Deux cas restent indéterminés. Le conducteur du véhicule 2 n'effectue le plus souvent aucune manœuvre d'urgence (4 cas). Dans un cas, il accélère. Deux cas restent indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Faible perceptibilité en approche d'une intersection (absence de rupture dans l'aménagement à hauteur de l'intersection : pas d'aménagement central de type refuge, îlot, par exemple, *etc.*) (4 cas) ;
- continuité perceptive de la voie avant et après l'intersection ne favorisant pas la perception de la présence d'une intersection et d'une perte de priorité (4 cas) ;
- présence de masques à la visibilité à l'angle d'une intersection ayant retardé la perception de l'autre protagoniste et la mise en œuvre d'une manœuvre d'urgence (6 cas : cas d'un immeuble faisant l'angle d'une intersection dans 3 cas, d'un mur d'habitation et d'un arbre dans un cas, cas de clôtures d'habitation et de véhicules en stationnement dans un cas ; cas d'un bus arrêté dans l'angle d'une intersection dans un cas) ;

- choix ambigu de l'axe prioritaire dans une intersection de type « X », le mouvement prioritaire étant affecté à la voie la plus étroite (2 cas) ;
- aménagement fluide et évasé d'une intersection ne favorisant pas la réduction des vitesses lors de manœuvres tournantes (1 cas) ;
- présence de l'entrée/sortie d'un dépôt de véhicules de transports en commun dans l'angle d'une intersection générant de nombreux mouvements d'entrée/sortie de véhicules massifs constituant des masques à la visibilité (1 cas) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues (1 cas) ;
- expérience relativement limitée de la conduite automobile ayant pu contribuer à la non perception d'une perte de priorité (1 cas : antériorité du permis de conduire : 2 ans).

Autres éléments explicatifs :

- Méconnaissance des lieux pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à la non perception d'une intersection et d'une perte de priorité (3 cas) ;
- sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 2 n'ayant pas favorisé une réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection (3 cas) ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite offensif (2 cas : âge du conducteur : 28 ans) ;
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas) ;
- contexte du trajet (trajet domicile-travail, conducteur en retard) induisant une contrainte temporelle et ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Agressivité en cas de choc d'un véhicule de type « véhicule utilitaire léger » (1 cas) ;
- non port du casque par un cycliste (1 cas).

Domages corporels :

Les blessures sont bénignes à légères dans 4 cas. Il s'agit de légers traumatismes (aux cervicales dans un cas, au thorax dans un cas, au genou droit dans un cas) et de contusions. Les blessures sont plus graves dans deux cas. Dans un cas, les occupants d'un véhicule percuté latéralement présentent les blessures suivantes : fracture du cotyle droit pour la conductrice (nécessitant une hospitalisation et une I.T.T d'au moins trois mois) ; le passager avant droit souffre d'un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale et d'une fracture des os du nez nécessitant deux interventions chirurgicales ; le passager arrière gauche souffre d'un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale ; le conducteur de l'autre véhicule impliqué souffre notamment d'une fracture de la dixième côte et de légers traumatismes et contusions. Dans l'autre cas, il s'agit d'un cyclomotoriste percutant frontalement le côté droit d'un véhicule prioritaire. Il souffre de blessures au thorax et à l'abdomen notamment (traumatisme thoracique avec hémopneumothorax gauche, contusion pulmonaire, fractures des deuxième et troisième côtes gauches). Dans un cas, les informations sont insuffisantes pour se prononcer sur la gravité des blessures.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 1,6 % des accidents corporels n'impliquant pas de piéton recensés en France en milieu urbain. Des scénarios types

présentant une certaine parenté avec ce scénario type ont été obtenus dans des recherches antérieures (voir par exemple, Brenac et Megherbi, 1996, Brenac et *al.*, 1996).

Plusieurs problèmes de sécurité peuvent être mis en évidence à la lecture de ce scénario type et des facteurs accidentogènes qui lui sont associés. Nous décrivons ci-dessous les principaux d'entre eux.

Problèmes de sécurité identifiés

Dans ce scénario type, le non respect de la priorité à un véhicule par un autre véhicule est lié à la perception nulle ou tardive de la présence d'une intersection ou d'une perte de priorité (cas d'usagers non locaux dans au moins trois cas). Les accidents relevant de ce scénario type peuvent alors être considérés comme la manifestation d'un manque de lisibilité de l'aménagement ne permettant pas au conducteur non prioritaire de comprendre suffisamment tôt qu'il risque de rencontrer des mouvements prioritaires susceptibles d'interférer avec sa trajectoire et qu'il risque ainsi d'être amené à modifier son comportement en conséquence. Il ressort de l'analyse approfondie des cas que ce manque de lisibilité de l'aménagement, et notamment la faible perceptibilité de la présence d'une intersection pour l'impliqué non prioritaire, est dans la majorité des cas liée à une forte continuité perceptive (liée souvent au stationnement, au bâti, à la rectilinéarité de la voie) de l'environnement visuel avant et après l'intersection. L'absence de rupture dans l'aménagement en terme de contraintes de trajectoire ou de vitesse apparaît également comme déterminante.

D'autre part, dans deux cas, une apparence prioritaire très marquée (liée à la largeur de chaussée notamment) de la voie sur laquelle circule l'utilisateur 1 a encouragé la pratique d'une vitesse relativement élevée par celui-ci et n'a pas favorisé un prélèvement d'information suffisant pour permettre la détection de la présence d'une intersection ou d'une perte de priorité en aval. Ce niveau de vitesse a également réduit le temps disponible pour analyser et réagir à la situation rencontrée.

Concernant l'utilisateur prioritaire, il ressort de l'analyse des cas que, dans au moins trois cas, le fort sentiment prioritaire du conducteur du véhicule 2 n'a pas favorisé une réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection de l'accident et ne lui a ainsi pas permis de disposer d'une période de temps suffisamment importante pour pouvoir éviter la collision.

Objectifs à rechercher

En lien avec les problèmes de sécurité qui viennent d'être décrits, il semble que la recherche des objectifs suivants puisse être proposée.

Tout d'abord, l'amélioration de la lisibilité générale de l'aménagement permettant notamment une meilleure prégnance de l'intersection dans l'environnement et/ou une meilleure compréhension de son fonctionnement ou de son régime de priorité peut permettre de répondre au premier problème identifié.

Une réduction par différents moyens de l'apparence prioritaire, de l'aspect roulant et dédié à l'automobile, de la voie sur laquelle circule l'utilisateur 1 conduirait par ailleurs à une meilleure prise d'information sur la situation en aval et conduirait sans doute à une meilleure prévision

et détection de la présence d'une intersection ou d'une perte de priorité en aval. Un autre objectif concomitant à celui-ci est la réduction des vitesses pratiquées en amont de l'intersection, ce qui permettrait au conducteur de disposer de davantage de temps pour adapter son comportement (de vitesse notamment) aux différents événements qu'il risque de rencontrer.

Enfin, une réduction de la vitesse d'approche du véhicule prioritaire peut également constituer une voie intéressante pour réduire les accidents relevant de ce scénario type. Nous avons en effet déjà vu dans les discussions relatives aux scénarios types 1 et 7 que si c'est le conducteur non prioritaire qui, souvent dans l'erreur, pose le problème, une réduction de la vitesse du véhicule prioritaire peut permettre à son conducteur de disposer de la solution c'est-à-dire de la capacité à pouvoir éviter la collision (Girard, 1987).

Principes d'aménagements

Les éléments qui suivent concernent les moyens d'aménagement susceptibles de permettre d'atteindre les objectifs qui viennent d'être décrits. Ils sont pour grande part issus de la référence (SETRA, CETUR, 1992).

Plusieurs aménagements permettant une meilleure perceptibilité en approche de la présence d'une intersection ou d'une perte de priorité, peuvent être proposés. Il peut s'agir par exemple de la mise en place sur la branche non prioritaire d'un îlot séparateur (pour le milieu urbain peu dense) ou d'un refuge pour piétons (pour le milieu urbain dense). De tels aménagements peuvent par ailleurs contribuer à une réduction des vitesses d'approche du fait de la contrainte visuelle et de trajectoire qu'ils constituent. Dans le cas des intersections régies par priorité à droite, la mise en place d'un passage piéton lorsqu'il se justifie (mouvements de piétons), le rétrécissement de la chaussée avec suppression du stationnement ou au moyen d'avancées de trottoirs, ou encore un changement de la couleur du revêtement ou la mise en place d'un plateau surélevé, sont des aménagements recommandés (SETRA, CETUR, 1992). Concernant le cas d'intersections où les accidents relevant de ce scénario type sont relativement fréquents et pour lesquelles les aménagements précédents ne peuvent être mis en place (cas du milieu urbain dense avec trafic important de véhicules de transports en commun par exemple), l'effort devra alors davantage porter sur la modération de la vitesse sur la voie prioritaire et cela notamment au moyen de techniques de traffic-calming (voir sur ce point la discussion relative au scénario type 1), ce type de mesure pouvant par ailleurs permettre de rompre l'apparence prioritaire et l'aspect dédié à l'automobile de la voie.

Dans le cas d'intersections supportant un nombre relativement élevé d'accidents relevant de ce scénario type, le changement du type de carrefour peut être envisagé au profit d'un type de carrefour plus sûr. La transformation en giratoire, même de petite dimension (rayon interne de l'ordre de cinq mètres ou moins), ou en mini giratoire (îlot central franchissable, rayon interne inférieur à deux mètres), peut notamment être recommandée du fait de l'excellent niveau de sécurité de ces aménagements (voir notamment sur ce point, Frith et Harte, 1986 ; SETRA, 1988 ; Guichet, 1989 ou Walker et Pittam, 1989). La transformation en giratoire peut en effet être particulièrement adaptée pour répondre à l'ensemble des objectifs précédemment évoqués dans la mesure où l'îlot central peut rendre plus perceptible le carrefour (notamment s'il est aménagé en butte ou s'il comporte des éléments d'ornement non agressifs de type

arbustes par exemple). D'autre part, ce type de carrefour, du fait du régime priorité et des contraintes de trajectoire qu'il engendre, peut permettre une réduction des vitesses pour chacun des deux impliqués approchant de l'intersection.

En ce qui concerne le cas particulier des intersections réglementées par priorité à droite (2 cas du présent scénario type) pour lesquelles il est parfois envisagé de transformer le régime de priorité pour en améliorer le niveau de sécurité, il convient de rester prudent sur les effets de ce type de mesure. En effet, si une transformation de la priorité à droite par un stop ou un cédez-le-passage, peut permettre de réduire les accidents dans la ou les intersections concernées, elle peut cependant en créant des itinéraires prioritaires dégrader le niveau de l'ensemble de l'ensemble de l'axe ou de l'itinéraire concerné, du fait notamment d'une augmentation des vitesses pratiquées (voir par exemple CETE Normandie-Centre, 1981 ; CETE de Lyon, 1987). C'est pourquoi, une transformation en giratoire pour les intersections supportant le trafic le plus important ou la mise en œuvre des aménagements précédemment évoqués pour ce type d'intersection (aménagement de plateau, changement de la couleur de revêtement, *etc.*) paraît préférable.

Enfin, concernant, l'objectif de réduction des vitesses pratiquées sur la voie prioritaire, celui-ci pourrait être atteint par l'emploi de techniques de traffic-calming (CETUR, 1989 ; CERTU, 1990 ; CERTU, 1994). Sur ce point, nous renvoyons le lecteur aux développements présentés dans la discussion relative au scénario type 1.

7.7 Présentation détaillée du scénario type 12

Scénario type 12

(décrit sur la base de 14 cas)

Situation de conduite

Un véhicule circule sur une infrastructure urbaine généralement large (13 cas : dont 7 cas avec une chaussée de plus de 12 m avec multiplicité de voies et voies spécialisées (couloir de bus et/ou bande cyclable) ; 5 cas de 7,50 m à 11 m avec voies spécialisées (couloir de bus et/ou bande cyclable dans 3 de ces cas) ; un cas indéterminé mais a priori large) **et généralement à l'approche d'une intersection** (11 cas). **Un deux-roues léger** (cycle dans 8 cas, cyclomoteur dans 3 cas, motocyclette légère dans un cas) **ou un véhicule de transport en commun** (dans deux cas) **circule sur son côté arrière droit, généralement dans une voie spécialisée** (bande cyclable dans 5 cas, couloir de bus et bande cyclable dans 2 cas, couloir de bus uniquement dans 5 cas, 1 cas indéterminé).

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule engage une manœuvre de tourne à droite (en direction d'une rue perpendiculaire dans 11 cas, d'un accès riverain dans deux cas, d'une place de stationnement dans un cas) **sans percevoir le deux-roues ou le véhicule de transport en commun circulant sur son arrière droit et qui poursuit sa progression sur l'axe initial**. Ce dernier n'étant pas attendu, la prise d'information est nulle dans 7 cas. Dans les autres cas, les éléments disponibles sont insuffisants pour conclure.

Situation d'urgence

Dans la plupart des cas (10 cas), le conducteur du véhicule ne réalise pas de manœuvre d'urgence avant le choc. Dans les autres cas, l'information est insuffisante pour conclure. **Le conducteur du deux-roues ou du véhicule de transport en commun n'a souvent pas le temps de réagir (6 cas) ou freine (3 cas).** Dans les cas restants, l'information est insuffisante pour conclure.

Situation de choc

Collision fronto-latérale. Dans 8 cas, le deux-roues ou le véhicule de transport en commun percute le côté droit du véhicule. Dans les 6 autres cas, le véhicule tournant heurte le deux-roues provoquant sa chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Aménagement d'une voie spécialisée sur la partie droite de la chaussée engendrant des attentes inappropriées et posant des problèmes de sécurité lors de manœuvre de tourne à droite en intersection ou vers un accès riverain (12 cas : bande cyclable dans 5 cas ; couloir de bus dans 5 cas ; couloir de bus et bande cyclable dans 2 cas) ;
- aménagement d'une bande cyclable sur une voie urbaine bordée de places de stationnement en épi engendrant des manœuvres fréquentes de traversée de la bande cyclable (1 cas) ;
- bande cyclable aménagée sur une voie urbaine importante et fréquemment congestionnée et permettant la réalisation de remontée de files de véhicules par un deux-roues à moteur en maintenant une vitesse relativement élevée (1 cas) ;
- conception excessivement fluide de l'entrée d'une aire de stationnement favorisant la réalisation de la manœuvre tournante en maintenant une vitesse relativement élevée (1 cas) ;
- aménagement fluide d'un carrefour giratoire favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés lors d'une manœuvre de sortie du giratoire (1 cas) ;
- visibilité sur des places de stationnement masquée par un arbre et d'autres véhicules stationnés ayant engendré un freinage et une manœuvre de tourne à droite soudains et surprenants pour le conducteur du deux-roues circulant derrière (1 cas) ;
- aménagement d'un passage piéton sur la voie de destination du véhicule tournant, trop proche de la voie de circulation initiale. Un piéton engageant sa traversée, le conducteur du véhicule 1 s'arrête, l'arrière de son véhicule, empiétant dans un couloir de bus est alors heurté par un bus qui survient (1 cas) ;
- circulation des deux-roues légers dans un couloir de bus recommandée par la signalisation verticale et générant des attentes inappropriées (1 cas) ;
- expérience relativement limitée pour le conducteur d'un véhicule de transport en commun limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle manœuvre de tourne à droite d'un véhicule circulant sur sa gauche (1 cas) ;
- expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule tournant limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle circulation d'un véhicule dans la voie spécialisée aménagée sur la droite de la voie (1 cas) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues (10 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Caractère inattendu de la circulation d'un véhicule sur la droite, dans une voie spécialisée, ce type de voie étant généralement peu circulé (12 cas) ;
- style de conduite démonstratif d'un jeune conducteur masculin ayant contribué à une manœuvre rapide de tourne à droite en intersection (1 cas : âge du conducteur : 24 ans) ;
- style de conduite rapide et offensif d'un jeune cyclomotoriste de sexe masculin ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- conditions de trajet ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé pour un cycliste (participe à une course cycliste) (1 cas) ;
- maniabilité et faible encombrement des deux-roues à moteur leur permettant d'emprunter une bande cyclable pour effectuer la remontée d'une file de véhicules en maintenant une vitesse relativement élevée (1 cas) ;
- véhicule tournant tractant une remorque et se déportant dans un premier temps vers la gauche afin de tourner à droite et faisant croire au conducteur du deux-roues le suivant qu'il peut le dépasser (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans 7 cas, la prise d'information sur son côté arrière droit par le conducteur du véhicule tournant à droite est nulle (7 cas). Dans les cas restants, l'information est insuffisante pour conclure.

Facteurs de gravité :

- Agressivité lors d'un choc d'un véhicule de transport en commun (1 cas) ;
- présence d'un extincteur dans un véhicule de transport en commun, sur lequel est projeté une passagère lors du freinage d'urgence (1 cas) ;
- non port du casque par une jeune cycliste occasionnant un traumatisme crânien (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont le plus souvent bénignes à légères (10 cas). Il s'agit de légers traumatismes sans lésion osseuse, de légères plaies ou hématomes ou encore d'un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale dans deux cas. Dans deux autres cas, les blessures sont plus graves, il s'agit de fractures nécessitant une hospitalisation (de deux jours dans un cas, de six jours dans l'autre cas). Enfin, dans les cas restants, l'information disponible est insuffisante.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 2,8 % des accidents corporels recensés en France en milieu urbain et n'impliquant pas de piéton. Un scénario type présentant certaines similitudes avait été mis en évidence dans la référence (Brenac et *al.*, 1996).

On peut relever que ce scénario type, contrairement aux scénarios types précédents, semble davantage caractérisé par des attentes inappropriées de la part des conducteurs que par des phénomènes de non perception. Dans 7 cas sur 14, le conducteur du véhicule tournant déclare

en effet ne pas avoir pris d'information sur son arrière droit avant d'effectuer sa manœuvre. Cette absence de prise d'information peut être interprétée comme le fait que le conducteur ne s'attend pas à ce qu'un véhicule circule dans la voie spécialisée du fait du caractère souvent très peu circulé de ce type de voie. Néanmoins, dans les procédures d'accidents étudiées, une conclusion relative à la prise d'information par le conducteur du véhicule tournant n'a été possible que dans 7 cas sur 14. Ces résultats doivent donc être interprétés avec prudence et devrait faire l'objet d'investigations plus poussées notamment à travers l'analyse d'un plus grand nombre de cas ou par le recours à des données d'accidents plus approfondies (de type Etudes Détaillées d'Accidents par exemple, cf. Ferrandez et al., 1995).

Par ailleurs, ce scénario type peut être interprété comme la manifestation des limites en terme de sécurité d'une ségrégation des modes et des flux en milieu urbain. Concernant le strict point de vue de la sécurité, la mise en place de couloirs de bus séparés de la circulation générale conduit à une augmentation significative des accidents corporels (Elvik et Vaa, 2004). D'après la revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004), qui considèrent à la fois les couloirs de bus aménagés sur des infrastructures autoroutières aux Etats-Unis et ceux aménagés en milieu urbain en Europe, le niveau de sécurité d'un couloir de bus se détériore au fur et à mesure que le nombre d'usagers différents (bus, taxis, deux-roues, etc.) l'empruntant augmente. Le meilleur niveau de sécurité étant atteint pour les couloirs de bus où seuls les bus circulent⁵⁵.

Concernant le cas particulier des bandes cyclables (qui concerne cinq cas de ce scénario type⁵⁶), celles-ci sont des aménagements souvent recommandés pour leur intérêt pour la sécurité notamment par rapport aux pistes cyclables (voir par exemple SETRA, CETUR, 1992, CERTU, 2005). SETRA, CETUR, 1992 insistent sur les avantages en terme de sécurité des bandes cyclables par rapport aux pistes cyclables dans la mesure où elles assurent une meilleure visibilité réciproque entre voitures et deux-roues dans la mesure où le deux-roues circule sur la chaussée. Pour la même raison, les conditions de priorité apparaissent également plus claires. Néanmoins, ces auteurs émettent certaines réserves concernant notamment l'aménagement d'une bande cyclable sur des voies où la demande de stationnement est forte (du fait principalement de la fréquence des manœuvres de stationnement ou des ouvertures de portière).

⁵⁵ Concernant le cas particulier des deux-roues motorisés, nous pouvons mentionner une étude avant / après réalisée par le *Department for Transport* de la ville de Londres et qui avait pour objectif d'évaluer l'impact sur la sécurité (notamment celle des deux-roues motorisés) d'une autorisation pour les deux-roues motorisés (autorisation qui a été accordée à la ville de Londres pour cette expérimentation, la circulation des deux-roues à moteur dans les couloirs de bus étant, comme en France, interdite en Grande Bretagne) de circuler dans les couloirs de bus (Dye, 2004). Cette étude a porté sur trois « corridors » tests où l'autorisation était appliquée et sur deux « corridors » témoins où l'autorisation n'était pas accordée. D'après les résultats de cette étude il ne semble pas y avoir d'effet significatif d'une telle mesure puisque si les sites tests enregistrent une baisse plus lente des accidents (tout usagers ou uniquement impliquant des deux-roues motorisés) par rapport à l'ensemble du réseau de la ville de Londres, ils enregistrent en revanche une diminution des accidents plus importante par rapport aux sites témoins. Néanmoins, cette étude est peu concluante et très discutable sur le plan méthodologique. Elle repose en effet sur une faible période de temps (18 mois avant / 18 mois après) et ne prend pas en compte les effets (sur la structure modale notamment) de la mise en place du péage urbain qui est intervenue alors que l'étude était en cours. Cette évaluation est par ailleurs actuellement toujours en cours.

⁵⁶ Ne sont pris en compte ici que les cas où seule une bande cyclable est aménagée. Les cas où une bande cyclable est aménagée en plus d'un couloir de bus, sont exclus.

Pour notre part, nous émettons également certaines réserves sur l'efficacité en terme de sécurité des bandes cyclables et cela en s'appuyant sur les résultats de diverses recherches. La revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) portant sur 14 recherches et études publiées aboutit en effet à des résultats peu concluants. Les auteurs concluent leur revue sur le fait que l'aménagement de bandes cyclables ne conduit pas à une réduction significative des accidents impliquant des cyclistes. D'après ces auteurs, une légère diminution (d'environ 4 %) de l'ensemble des accidents corporels est en revanche constatée consécutivement à l'aménagement de bandes cyclables. Il n'est par ailleurs pas exclu que cette diminution puisse s'expliquer par d'autres mesures concomitantes à la mise en place d'une bande cyclable comme par exemple la réduction du nombre et/ou de la largeur des voies automobiles. D'autre part, la très robuste recherche de Aultman-Hall et Kaltenecker (1999) (qui par ailleurs s'appuie sur les résultats d'autres recherches allant dans le même sens) va à l'encontre de l'impression générale souvent admise selon laquelle la circulation des cyclistes sur une voie dédiée séparée du trafic automobile est plus sûre que dans la circulation générale. Les auteurs montrent en effet que pour les cyclistes en trajet domicile-travail ou domicile-école dans les villes de Toronto et de Ottawa, le risque de collisions et surtout le risque de chutes, de blessures et de blessures graves sont significativement plus grands (par kilomètre parcouru) sur les trottoirs et sur les pistes cyclables par rapport à la voirie de circulation générale⁵⁷.

Enfin, notons que parmi les 507 cas d'accident de l'échantillon initial, 12 cas concernent des accidents entre un véhicule tournant à droite et heurtant un deux-roues léger circulant sur sa droite. Ces douze cas ont été regroupés dans ce scénario type 12. Parmi ces douze cas, il est intéressant de noter que 10 d'entre eux concernent des deux-roues circulant dans une voie spécialisée et notamment dans des bandes cyclables (5 cas avec bande cyclable uniquement, 2 cas avec bande cyclable et couloir de bus, les trois derniers cas concernant des deux-roues circulant dans des couloirs de bus). Concernant les deux cas restants, l'un est indéterminé (impossibilité de se prononcer sur la présence d'une bande cyclable du fait de l'absence de plan et des photographies du site dans la procédure d'accident). Le dernier cas est très particulier et sans doute très rare. Il s'agit d'un accident impliquant un véhicule tractant une remorque circulant sur le parcours d'une course cycliste. Il tourne à droite en se déportant dans un premier temps vers la gauche (du fait des contraintes de giration liées à la remorque), faisant croire à un coureur cycliste qu'il peut le dépasser par la droite et qui le heurte à hauteur du côté droit du véhicule.

Nous décrivons ci-dessous les principaux problèmes de sécurité mis en évidence par la description de ce scénario type.

Problèmes de sécurité identifiés

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, il semble que ce scénario type mette en évidence des phénomènes d'attentes inappropriées de la part du conducteur du véhicule tournant. Dans la moitié des cas, il semble en effet ne pas y avoir de prise d'information de sa part avant la réalisation de sa manœuvre. Il s'agit toutefois ici d'un point de vue sur le déroulement de ce type d'accident reposant sur une part d'interprétation. On ne peut toutefois

⁵⁷ Les auteurs ne tiennent néanmoins pas compte dans leur étude des bandes cyclables qui représentaient à l'époque de l'étude dans la ville de Toronto un faible nombre de kilomètres de voies.

pas, par exemple, exclure que des phénomènes de faible perceptibilité des deux-roues, notamment sur l'arrière droit n'aient pas eu d'influence dans les accidents de ce scénario type. On ne peut pas non plus exclure que, dans certains cas, le faible niveau d'anticipation sur l'éventuelle présence d'un véhicule dans la voie spécialisée n'ait pas conduit à une prise d'information sommaire, cette dernière n'ayant pas favorisé la détection d'un véhicule prioritaire.

D'un point de vue plus général, ce scénario type peut être considéré, comme nous l'avons mentionné plus haut, comme la manifestation des limites, en terme de sécurité, d'une organisation ségréguée des modes et des flux en milieu urbain dense. Bien que certaines recherches (voir par exemple Stein, 1957, cité par Fleury, 1998 ; OCDE, 1979, Wolters, 1986 ou plus récemment Millot, 2003), concluent, dans certains contextes, à un effet bénéfique sur la sécurité d'une ségrégation pratiquement complète, il s'agit le plus souvent de travaux portant sur des grandes voiries de périphérie ou sur certains types de quartiers résidentiels. Concernant les environnements de centre-ville (comme c'est le cas dans au moins 11 cas sur 14 pour lesquels nous disposons de photographies des sites), d'autres travaux (voir par exemple CETUR, 1990, Faure et de Neuville, 1992, CERTU, 1992) montrent en revanche qu'une intégration de tous les modes sur un même espace, accompagnée de mesures de modération des vitesses, apporte de meilleurs niveaux de sécurité, notamment dans les quartiers centraux ou sur les voiries bordées de nombreuses activités.

Enfin, le caractère généralement peu commode d'une prise d'information sur l'arrière droit, la possible présence d'angles morts et la faible perceptibilité des deux-roues (principaux usagers des voies spécialisées) notamment sur l'arrière, peut soulever la question du régime de priorité actuel prévu pour le cas d'un véhicule tournant à droite et coupant une voie spécialisée. Théoriquement, l'automobiliste doit réglementairement céder le passage aux véhicules circulant dans une voie spécialisée parallèlement à la voie qu'il vient de quitter (cf. Code de la route, art. R 415-13). Néanmoins, il arrive, et ce scénario type en est l'illustration, que cette règle ne soit pas respectée (très généralement de façon non délibérée). Le véhicule circulant dans la voie spécialisée et venant de l'arrière ayant une meilleure appréciation de la situation par rapport au véhicule aval, on peut penser qu'un régime de priorité donnant la priorité au véhicule tournant en aval, comme c'est le cas dans certains pays d'Asie, pourrait être une piste intéressante pour limiter les accidents relevant de ce scénario type. Une telle disposition pourrait par ailleurs avoir des effets sur la réduction des vitesses pratiquées dans les voies spécialisées, notamment dans les couloirs de bus. Néanmoins, ce type d'alternative n'a, à notre connaissance, jamais fait l'objet d'évaluation. Par conséquent, ces éléments doivent être considérés uniquement comme des éléments de réflexion.

Nous décrivons ci-dessous un ensemble non exhaustif d'objectifs permettant de répondre aux problèmes identifiés ci-dessus.

Objectifs à rechercher

Deux principaux objectifs peuvent être évoqués. Tout d'abord, il semble que toute disposition visant une meilleure anticipation par le conducteur du véhicule tournant sur l'éventuelle présence d'un véhicule circulant sur son arrière droit dans la voie spécialisée, irait dans le sens d'une réduction de ce type d'accident.

D'autre part, il semble également que toute disposition visant une réduction de ces conflits (par une réduction des espaces de conflits par exemple, par une réinsertion à l'approche des intersections des usagers des voies spécialisées dans la circulation générale, voire par une suppression de la voie spécialisée et par une réintégration de l'ensemble des usagers sur un même espace, *etc.*, sur ce point, voir le point suivant) pourrait également être une voie prometteuse pour prévenir les accidents relevant de ce scénario type.

Plusieurs principes d'aménagement peuvent permettre d'atteindre ces objectifs. Nous les décrivons ci-dessous.

Principes d'aménagement

Concernant le premier objectif que nous avons mentionné ci-dessus et qui vise à alerter le conducteur du véhicule tournant sur l'éventuelle présence d'un véhicule circulant sur son côté arrière droit dans une voie spécialisée, il est souvent recommandé dans la littérature technique d'accroître la perceptibilité d'une voie spécialisée à hauteur des intersections complexes ou de certains accès par le recours à certaines techniques de chaussée (coloration verte de la chaussée, mise en place de pictogramme « vélos » par exemple, pour le cas des bandes cyclables, CERTU, 2005, marquage en damier pour le cas des couloirs de bus, voir, CERTU, 2004). Néanmoins, ces techniques n'ont pas, à notre connaissance, fait l'objet d'évaluation. D'autre part, certains experts considèrent que généralement les solutions réduites au marquage et à la signalisation verticale, sont rarement d'une efficacité notable, notamment en milieu urbain, pour l'amélioration de la sécurité (SETRA, CETUR, 1992). On peut toutefois citer sur la base des travaux de Elvik et Vaa (2004) que dans le cas de bandes cyclables, voire éventuellement de couloirs de bus, la surélévation de la voie spécialisée et l'utilisation de matériaux de couleurs différentes, notamment à hauteur des intersections pourrait être un moyen privilégié pour limiter les accidents entre cyclistes et automobiles. Elvik et Vaa (2004) concluent à un effet positif de ce type d'aménagement.

En ce qui concerne l'objectif de réduction des conflits entre un véhicule tournant à droite et un usager circulant dans une voie spécialisée aménagée sur la droite de la voie, plusieurs principes d'aménagements peuvent être proposés.

Tout d'abord, il semble qu'une réduction de l'espace de conflits potentiels par une réduction de la largeur des intersections permettrait sans doute de limiter ce type d'accident. Il ressort en effet de l'analyse approfondie des cas que dans plus de la moitié des accidents de ce scénario type se produisant en intersection, la branche de destination du véhicule tournant à droite était d'une largeur supérieure à huit mètres.

D'autre part, une autre possibilité peut consister à réinsérer les usagers de voies spécialisées dans la circulation générale à l'approche des intersections. Bien entendu, une telle disposition peut s'avérer délicate à mettre en œuvre dans le cas d'une voie comportant de nombreuses intersections. Dans ce cas, la présence d'une voie spécialisée et notamment d'une bande cyclable peut elle-même être questionnée. Dans le cas de couloirs de bus, dont la suppression est difficilement envisageable, d'autres possibilités relevant de l'organisation générale du réseau de circulation concerné peuvent être trouvées. La mise en sens unique de rues mineures limitant les manœuvres de tourne à droite et la réinsertion des usagers de voies spécialisées dans la circulation générale à hauteur des intersections les plus importantes

peuvent par exemple être une alternative. Ces éléments devraient bien entendu faire l'objet de davantage d'investigations, notamment au moyen d'études d'évaluation.

Enfin, la réintégration de l'ensemble des modes et des flux sur un même espace à travers l'utilisation de techniques de modération des vitesses peut être considérée comme la solution la plus efficace pour réduire ce type d'accident. Plusieurs expériences françaises et étrangères ont démontré l'intérêt en milieu urbain dense, d'une circulation intégrée du point de vue de la sécurité routière (notamment pour les usagers vulnérables que sont les piétons et les cyclistes⁵⁸) mais aussi pour d'autres motifs comme par exemple la qualité de vie (voir notamment, Faure et de Neuville, 1992, CERTU, 1994, Herrstedt et *al.*, 1993). Bien entendu, si l'application du principe d'intégration peut être envisagée sans problème dans le cas où la configuration initiale est celle d'une bande ou piste cyclable, cela peut néanmoins s'avérer plus difficile à mettre en œuvre dans le cas de couloirs de bus dont l'efficacité en terme de gains de temps de parcours et d'attractivité des transports publics est aujourd'hui reconnue (voir par exemple, CERTU, 1995). Se pose alors la question de savoir s'il existe une conception de couloirs de bus plus sûre que les autres. L'aménagement d'un couloir de bus au centre de la chaussée (avec les problèmes de sécurité que cela peut poser au niveau des points d'arrêt) apporte-t-elle par exemple un meilleur niveau de sécurité par rapport à une conception à droite par rapport aux voies de circulation générale ? Les connaissances à ce sujet sont à ce jour parcellaires et soulignent le besoin d'évaluation dans ce domaine.

D'autre part, concernant la question de la difficile application du concept d'intégration sur des voiries urbaines comportant des couloirs de bus, il convient de mentionner que, dans le cadre d'approches économiques qui tentent de comparer des gains économiques obtenus par la diminution des temps de parcours (consécutivement à la mise en place de couloirs de bus) et les coûts humains liés aux accidents générés par de tels aménagements, Elvik et Vaa (2004) montrent que les gains économiques obtenus par la diminution des temps de parcours ne suffisent pas à compenser les coûts liés à l'augmentation des accidents corporels.

⁵⁸ Concernant le cas particulier des cyclistes, les études robustes de Aultman-Hall et Hall (1998) et Aultman et Kaltenecker (1999) concernant les trajets domicile-travail et domicile-école de cyclistes des villes de Ottawa et de Toronto montrent que le risque de collision et surtout le risque de chute sont significativement plus importants sur les trottoirs et à un degré moindre sur les pistes cyclables (les auteurs n'étudiant pas les bandes cyclables) par rapport à une circulation sur la voirie.

Chapitre 8 :

Présentation détaillée des scénarios types 13 à 19 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives

Ce chapitre est consacré à la présentation détaillée des scénarios types 13 à 19 et à une discussion relative aux possibilités de mesures de prévention. Parmi ces sept scénarios types, deux sous-groupes peuvent être distingués.

Un premier sous-groupe constitué des scénarios types 13 à 15 et concernant des phénomènes de dépassement, généralement d'un seul véhicule. On peut estimer que ce premier sous-groupe représente environ 7,2 % des accidents corporels recensés en France en milieu urbain et n'impliquant pas de piétons. Les résultats de Clarke et *al.*, (1998) soulignent également l'importance des accidents liés à des manœuvres de dépassement bien qu'il ne s'agisse pas de résultats complètement comparables puisque concernant des environnements à la fois urbains et de rase campagne et incluant les accidents impliquant des piétons. Toutefois, d'après ces travaux qui traitent spécifiquement des accidents liés à des manœuvres de dépassement dans le comté du Nottinghamshire en Angleterre, ces accidents représentaient à l'époque de l'étude 7,9 % des accidents mortels s'étant produit dans ce comté (Clarke et *al.*, 1998). Les auteurs notent dans leur revue bibliographique que les recherches portant sur les accidents liés à des manœuvres de dépassement sont rares en comparaison avec la fréquence et la gravité souvent élevées de ces accidents. D'autre part, parmi les travaux cités par Clarke et *al.* (1998), peu d'entre eux abordent la question de l'influence de l'aménagement dans le déroulement de ces accidents, ce qui justifie l'intérêt des scénarios types présentés ici.

Le scénario type 13 rassemble des cas d'accidents entre un véhicule tournant à gauche en intersection ou vers un accès et un véhicule, généralement un deux-roues motorisé, le dépassant. Le scénario type 14 regroupe des cas entre un conducteur souvent inexpérimenté effectuant le dépassement d'un véhicule (souvent massif) arrêté devant lui et entrant en collision avec un véhicule circulant en sens inverse. Enfin, le scénario type 15 décrit des cas d'accidents entre conducteur circulant à un niveau de vitesse auquel il n'a pas l'habitude de circuler (trajet très urgent par exemple) et ayant une évaluation erronée de la progression d'un deux-roues effectuant une manœuvre tournante en aval.

Un second sous-groupe mettant en évidence des phénomènes de remontées de files de véhicules arrêtés ou circulant à faible allure peut également être distingué. Ce sous-groupe rassemble les scénarios types 16 à 19. Le scénario type 16 rassemble des cas d'accidents entre un deux-roues motorisé remontant une file de véhicules arrêtés et entrant en collision avec l'un des véhicules de la file tournant à gauche. Le scénario type 17 est légèrement différent au sens où le deux-roues n'entre pas en collision avec un véhicule de la file mais avec un autre véhicule initialement masqué et franchissant la file de véhicules. Le scénario type 18 regroupe des cas où un deux-roues à moteur circule entre deux files de véhicules ralentis et entre en collision avec un véhicule changeant de file de circulation. Enfin, le scénario type 19 décrit des accidents entre un deux-roues à moteur remontant une file de véhicules arrêtés et un véhicule s'insérant depuis le même côté de la file que lui.

La littérature scientifique concernant les accidents de remontées de files de véhicules est encore moins abondante que pour les accidents liés à des manœuvres de dépassement. Par conséquent, les éléments de discussion évoqués à la suite de ces scénarios types feront l'objet de développements plus limités.

8.1 Présentation détaillée du scénario type 13

Scénario type 13

(décrit sur la base de 27 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un deux-roues à moteur dans 22 cas : cyclomoteur dans 12 cas dont 7 cas impliquant un scooter, motocyclette légère dans 5 cas, motocyclette dans 5 cas) **circule sur une infrastructure urbaine le plus souvent large** (14 cas : chaussée bidirectionnelle à 2 voies, d'une largeur au moins égale à 8 m dans 6 cas, chaussée à plusieurs voies pour chaque sens de circulation dans 7 cas, voie à sens unique d'au moins 6 m de large hors stationnement dans 1 cas) **à l'approche d'une intersection** (17 cas : de type "T" dans 12 cas, de type "X" dans 5 cas), **d'un accès riverain** (6 cas) **ou d'une place de stationnement** (2 cas). **Un véhicule 2** (un véhicule léger dans 23 cas, un cycle dans deux cas, un véhicule utilitaire léger dans 1 cas, un poids lourd dans le dernier cas) **circulant en aval, ralentit** (22 cas) **ou est arrêté** (5 cas).

Situation d'accident

Le véhicule 2 engage généralement une manœuvre de tourne à gauche (21 cas : en direction d'une rue perpendiculaire à l'axe initial dans 15 cas, d'un accès riverain dans 5 cas, d'une place de stationnement dans un cas), **de demi-tour** (4 cas), **de tourne à droite** (2 cas : en direction d'une place de stationnement dans un cas, d'un accès riverain dans l'autre cas) **alors que le conducteur du véhicule 1, qui n'avait pas anticipé cette manœuvre, engage son dépassement** (par la gauche dans 25 cas, par la droite dans 2 cas).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 n'a souvent pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (11 cas). Il freine et/ou effectue un déport latéral dans 8 cas. Dans les 8 cas restants, l'information est insuffisante pour conclure.

Le plus souvent, le conducteur du véhicule 2 ne perçoit pas le véhicule 1 jusqu'au choc et ne réalise aucune manœuvre d'urgence (14 cas). Dans 4 cas, la perception est très tardive. Dans les cas restants, l'information est insuffisante pour conclure.

Situation de choc

Collision fronto-latérale ou de type "side-swipe".

Facteurs accidentogènes :

- Infrastructure urbaine relativement large favorisant les manœuvres de dépassement notamment par les deux-roues à moteur (14 cas : chaussée bidirectionnelle à deux voies dans 6 cas (largeurs : 8,40 m ; 9 m ; 9,6 m ; 10,90 m ; 11 m ; 11 m) ; plusieurs voies pour chaque sens de circulation dans 7 cas (largeurs : 8,5 m ; 12,5 m ; 13,05 m ; 18 m ; 18 m ; 13,6 m ; 19 m) ; une voie à sens unique d'au moins 6 mètres de large hors stationnement dans un cas) ;
- absence d'aménagement central à hauteur d'une intersection (de type terre plein central, îlot, refuge piéton) favorisant les manœuvres de dépassement effectuées par les deux-roues à moteur notamment (10 cas) ;
- faible perceptibilité en approche, d'une intersection (6 cas) ou de la présence d'un accès riverain (3 cas) ne permettant pas au conducteur du véhicule dépassant d'anticiper la manœuvre tournante du véhicule dépassé⁵⁹ ;
- absence d'aménagement central en section courante sur une voie urbaine bordée d'accès riverains (5 cas) et de stationnements (1 cas) favorisant les manœuvres de dépassement effectuées par les deux-roues à moteur notamment ;
- plusieurs voies de même sens de circulation favorisant les manœuvres de dépassement (5 cas) ;
- infrastructure urbaine large et sans aménagement central favorisant les manœuvres de demi tour (2 cas) ;
- infrastructure urbaine roulante favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé, notamment pour les usagers de deux-roues motorisés (5 cas) ;
- aménagement fluide d'un carrefour giratoire et insuffisamment contraignant en termes de trajectoire et de vitesse pour un deux-roues à moteur (1 cas : le motocycliste n'anticipant pas une manœuvre de tourne à gauche du véhicule le précédant engage son dépassement dans le giratoire tout en maintenant une vitesse relativement élevée et percute le véhicule dépassé qui engage une manœuvre de tourne à gauche ;
- jeune âge et/ou expérience limitée pour le conducteur du véhicule dépassant ayant favorisé une anticipation erronée sur le comportement du véhicule dépassé (12 cas). Dans 7 cas, il s'agit de jeunes cyclomotoristes (17 ans dans 5 cas, 16 ans dans 2 cas) ; dans 4 cas, il s'agit de motocyclistes inexpérimentés (respectivement 2 mois, 8 mois, 23 ans mais possédant depuis peu un deux-roues, dans le dernier cas, la date d'obtention du permis est

⁵⁹ Notons que dans quelques cas, la non disponibilité des photographies au sol des conditions d'approche ne nous a pas permis de conclure sur l'influence de cet élément dans le déroulement des accidents.

- indéterminée mais le jeune âge (18 ans) de l'impliqué semble indiquer une faible expérience ; dans le dernier cas, il s'agit d'un jeune conducteur de 17 ans, n'étant titulaire d'aucun permis de conduire et conduisant un véhicule à caractère sportif) ;
- alcoolémie relativement élevée (1 g/l) ayant engendré une mise en œuvre tardive d'un freinage d'urgence ;
 - véhicule à caractère sportif favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
 - motocyclette puissante permettant de fortes accélérations lors d'une manœuvre de dépassement (3 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Caractère inattendu de la manœuvre de dépassement pour le conducteur du véhicule dépassé puisque circulant sur l'unique voie (17 cas) ou sur la voie la plus à gauche (4 cas) de son sens de circulation. Il n'y a alors pas de prise d'information sur l'arrière gauche (au moins 21 cas) ;
- faible encombrement et maniabilité des deux-roues à moteur favorisant la réalisation de manœuvres de dépassement (18 cas) ;
- jeune conducteur de sexe masculin ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite offensif (10 cas) (âge des conducteurs : 17 ans, 17 ans, 17 ans, 18 ans, 20 ans, 22 ans, 23 ans, 24 ans, 30 ans, 32 ans) ;
- méconnaissance des lieux pour la conductrice du véhicule dépassé : à la recherche de sa direction, la conductrice ralentit à l'approche d'un carrefour. Le conducteur qui la suit engage alors son dépassement en empruntant la voie de tourne à gauche lorsqu'elle engage une manœuvre de tourne à gauche (1 cas) ;
- existence d'une contrainte temporelle pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à la pratique d'un niveau de vitesse élevé (60-70 Km/h d'après les traces) ;
- instabilité des deux-roues suite à un léger choc avec le rétroviseur du véhicule dépassé (1 cas) ;
- heure tardive et trafic faible ayant sans doute favorisé une absence de prise d'information sur l'arrière gauche lors d'une manœuvre de tourne à gauche sur une infrastructure urbaine comportant plusieurs voies pour le même sens de circulation (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- L'anticipation erronée sur le comportement du véhicule en aval s'explique dans certains cas, en plus de l'aménagement, par une manœuvre ou par le comportement de ce véhicule. Il s'agit par exemple dans un cas, d'un véhicule de ramassage des ordures ménagères ayant les feux de détresse allumés et qui, à l'approche d'une intersection, ralentit. Le motocycliste le suivant, pensant qu'il s'arrête pour ramasser des ordures, engage son dépassement, lorsqu'il engage une manœuvre de tourne à gauche. Dans trois autres cas, il s'agit d'un véhicule souhaitant effectuer une manœuvre de demi tour. Compte tenu des contraintes de giration et de l'aménagement de la voie à cet endroit, le conducteur se déporte dans un premier temps vers la droite. Le conducteur du deux-roues à moteur circulant derrière lui et pensant qu'il va tourner à droite (dans une rue perpendiculaire à cet endroit) ou se stationner sur la droite, engage son dépassement par la gauche lorsque le véhicule dépassé engage sa manœuvre. Dans un autre cas, il s'agit d'un véhicule souhaitant se stationner sur la droite de la voie

perpendiculairement à la chaussée. Là encore, les contraintes de giration du véhicule incitent le conducteur à se déporter dans un premier temps vers la gauche avant d'effectuer sa manœuvre. Le conducteur du cyclomoteur circulant derrière lui pense alors qu'il se dirige vers la gauche de la voie et engage son dépassement par la droite. Enfin dans un dernier cas, il s'agit d'un conducteur qui, dans une commune rurale, détourne son attention pour regarder le paysage. Du fait d'une légère courbe, le véhicule se déporte vers la gauche. Un motocycliste le suivant pense alors qu'il se dirige vers un accès situé sur la gauche à cet endroit. Il engage alors son dépassement par la droite lorsque le conducteur du véhicule léger se rabat vers la droite.

- notons que dans l'un des cas, la manœuvre de dépassement correspond à une manœuvre d'urgence. Le conducteur du véhicule est en effet surpris par le ralentissement d'un véhicule circulant en aval et souhaitant tourner à gauche vers un accès riverain peu perceptible en amont, il engage alors son dépassement pour l'éviter.

Facteurs de gravité :

- Présence d'un muret à l'angle d'une intersection et heurté par un motocycliste (2 cas). L'un des deux cas est mortel, le casque du motocycliste se détachant lors du choc contre le muret provoquant un grave traumatisme crânien et le décès deux heures après l'accident. Dans l'autre cas, les blessures sont également sévères et nécessitent une longue hospitalisation.
- casque d'un motocycliste posé sur le haut du crâne. Le motocycliste venant d'acheter la motocyclette légère qu'il conduit lors de l'accident, il ne disposait pas encore de casque. L'ancien propriétaire lui propose alors de lui prêter son casque en attendant de s'en procurer un. Ce dernier n'étant pas adapté à sa morphologie, le motocycliste le pose sur le haut du crâne. Le casque se détachera lors du choc entraînant un grave traumatisme crânien et le décès du motocycliste (1 cas) ;
- non port du casque par un cycliste et par un cyclomotoriste (ayant provoqué un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale) (3 cas) ;
- agressivité d'un véhicule de ramassage des ordures ménagères, notamment dans un choc avec un deux-roues (1 cas) ;
- présence d'un véhicule stationné perpendiculairement à la chaussée sur lequel est projeté un cyclomotoriste suite au premier choc avec le véhicule tournant (1 cas).

Domages corporels

L'un des cas de ce scénario type est mortel. Il s'agit d'un conducteur d'une motocyclette légère qui, suite au choc avec le véhicule tournant, glisse sur la chaussée et heurte un muret faisant l'angle de l'intersection. Le casque, inadapté à sa morphologie et par conséquent non attaché, se détachera lors du choc, provoquant un grave traumatisme crânien. Le motocycliste décédera à l'hôpital deux heures après l'accident.

Dans les autres cas, les blessures (qui concernent très généralement les occupants des deux-roues à moteur) sont le plus souvent bénignes. Il s'agit de contusions, hématomes, érosions cutanées, légères plaies dans 10 cas. Dans quatre autres cas, la nature des blessures est indéterminée mais la procédure semble indiquer des blessures très légères.

Les blessures sont légères dans 4 cas. Il s'agit de traumatismes (traumatisme crânien sans perte de connaissance, traumatisme cervical, abdominal notamment) sans lésions osseuses.

Enfin, les blessures sont graves dans 7 cas nécessitant une hospitalisation. Dans un cas, il s'agit d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale nécessitant 2 jours d'hospitalisation. Dans un cas, le motocycliste est hospitalisé pour une durée indéterminée pour une blessure au pied droit nécessitant une intervention chirurgicale. Dans deux autres cas, il s'agit de fractures fermées (de l'omoplate dans un cas, au visage dans l'autre cas). Dans les quatre cas restants, la durée d'hospitalisation est supérieure à quinze jours (multiples fractures et traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale dans deux cas, fracture déplacée du fémur droit dans un cas, fracture ouverte du tibia droit, fracture du rachis cervical au niveau des vertèbres C5-C6, fracture du bassin, pneumothorax avec contusion pulmonaire et traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale dans le dernier cas). Notons que les cas les plus graves impliquent principalement des motocyclettes.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 6,2 % des accidents corporels n'impliquant pas de piéton recensés en milieu urbain en France. Des scénarios types présentant une certaine parenté avec le présent scénario type ont été décrits dans des études antérieures (voir notamment, Fleury et *al.*, 1990, Brenac et *al.*, 1996, Clabaux et Brenac, 2005). On peut également faire un rapprochement avec le type d'accident « Collision between an overtaking vehicle and an overtaken vehicle which turns right » mis en évidence dans les travaux de Clarke et *al.* (1998) portant sur des accidents liés à des manœuvres de dépassement dans le Comté du Nottinghamshire en Grande Bretagne. Sur la base d'une analyse fine et qualitative de 973 procès verbaux d'accidents liés à un dépassement, les auteurs indiquent que ce type d'accident est le plus courant (environ 35 % des cas). Les résultats de ces travaux indiquent par ailleurs une légère sur-implication (comme c'est le cas dans ce scénario type) des jeunes conducteurs par rapport à leur part dans la circulation. Néanmoins, Clarke et *al.* expliquent cette sur-implication davantage par une surreprésentation des jeunes conducteurs en général dans les accidents de dépassement plutôt que par leur surexposition à ce type d'accident précis.

Le présent scénario type 13 se différencie assez nettement des scénarios types 14 et 15 décrits par la suite. Le scénario type 14 est en effet davantage caractérisé par de jeunes conducteurs inexpérimentés dépassant un véhicule arrêté devant eux et cela malgré l'absence de visibilité sur la situation en aval (sur la voie de sens inverse notamment). Le véhicule dépassé y joue par ailleurs un rôle passif, contrairement au scénario type décrit ici. Concernant le scénario type 15, il se différencie également du présent scénario type dans la mesure où le conducteur venant de l'arrière comprend assez tôt la manœuvre tournante du véhicule en aval mais a une évaluation erronée de la vitesse de réalisation de cette manœuvre, évaluation qui a engendré un écart insuffisant de sa part pour effectuer le dépassement en toute sécurité. D'autre part, dans ce scénario type, la pratique d'un niveau de vitesse inhabituel (trajet urgent par exemple) par le conducteur venant de l'arrière y joue un rôle important.

Concernant le type d'utilisateur impliqué dans les accidents de ce scénario type, on peut relever l'implication particulière des deux-roues motorisés (22 cas sur 27), notamment en tant que véhicules dépassant. Plusieurs éléments peuvent être avancés pour expliquer cette sur-

implication. Tout d'abord, leur grande maniabilité, leur faible encombrement sur la chaussée, et leur capacité d'accélération leur permettent d'effectuer plus aisément des manœuvres de dépassement par rapport aux autres types de véhicules et cela même dans le cas de voiries urbaines comportant une voie pour chaque sens de circulation. Leur grande vulnérabilité en cas de choc, du fait de l'absence de toute protection carrossée, peut également être évoquée pour expliquer leur sur-implication dans ces accidents.

Différents problèmes de sécurité apparaissent à la lecture de ce scénario type. Nous les décrivons ci-dessous.

Problèmes de sécurité identifiés

Tout d'abord, il ressort de l'analyse approfondie des cas que la relativement grande largeur des voies urbaines (avec dans 7 cas plusieurs voies pour chaque sens de circulation) et l'utilisation encore marginale d'aménagements centraux, notamment à hauteur des intersections et des accès, favorisent les manœuvres de dépassement effectuées notamment par les deux-roues motorisés et par conséquent favorisent ce type d'accident. Une étude antérieure portant sur des accidents impliquant des deux-roues motorisés en milieu urbain et s'appuyant sur des cas d'accidents issus de l'Etude Détaillée d'Accidents (Ferrandez et *al.*, 1995) avait également montré l'importance de ces éléments dans le déroulement des accidents entre un véhicule tournant à gauche et un deux-roues à moteur le dépassant (Clabaux et Brenac, 2005).

Ce scénario type est également marqué par l'absence d'anticipation ou l'anticipation trop tardive par le conducteur venant de l'arrière de la manœuvre tournante du véhicule circulant en aval. Ceci peut être interprété comme la conséquence d'attentes inappropriées chez ce conducteur (sur la notion d'attente, voir par exemple, Fleury et *al.*, 1991 ou Montel et *al.*, 2004). Il y a en effet dans les accidents de ce scénario type un décalage entre ce à quoi le conducteur s'attendait (pas de manœuvre tournante réalisée par un véhicule en aval dans notre cas) et ce qu'il rencontre effectivement (manœuvre tournante du véhicule en aval). Il ressort de l'analyse approfondie des cas de ce scénario type que dans au moins neuf cas (cas pour lesquels nous disposons des photographies du site de l'accident), ce décalage entre attentes et situation rencontrée a été favorisé par une faible perceptibilité en approche de la présence d'une intersection ou d'un accès riverain.

Concernant la question de l'utilisation ou non du clignotant par le conducteur du véhicule tournant, il nous a été difficile en raison des limites des données d'accidents utilisées de savoir si le clignotant avait été actionné préalablement à la manœuvre. Les déclarations des impliqués sont en effet souvent contradictoires sur ce point du fait du caractère contentieux des procès-verbaux. D'autre part, les déclarations de témoins sur ce point étaient relativement rares dans les procédures d'accidents étudiées. Néanmoins, il serait inexact de réduire l'explication des accidents relevant de ce scénario type à la seule absence de clignotant du véhicule tournant. Il est en effet probable que dans la majorité des cas, le clignotant ait été activé, si l'on tient compte des connaissances en psychologie relatives au prélèvement de l'information, qui montrent que les informations perçues et identifiées sont en général celles

qui sont en cohérence avec les attentes développées préalablement⁶⁰ : le clignotant ne serait perçu que lorsque la manœuvre tournante serait attendue. L'analyse en profondeur de cas d'accidents issus de l'Étude Détaillée d'Accidents (EDA) de l'INRETS semble aller dans ce sens. Sur 6 cas d'accidents étudiés dans le cadre d'une étude antérieure (Clabaux, 2003) et relevant de ce scénario type, on relève dans trois cas que le conducteur du véhicule tournant avait mis son clignotant avant d'engager sa manœuvre. Deux cas étaient indéterminés du fait de l'absence de déclaration de l'un des deux impliqués ou de témoins. Enfin dans le dernier cas, le conducteur du véhicule n'avait pas actionné son clignotant avant d'engager sa manœuvre. Ce cas concernait un conducteur tournant soudainement à gauche suite à la demande tardive de sa passagère avant droite de changer de direction. Certains de ces cas d'accidents sont par ailleurs décrits dans la référence (ONISR, 2005).

Enfin, il apparaît dans un nombre plus restreint de cas (5 cas sur 27) que la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé par l'utilisateur dépassant, favorisé dans tous les cas par un aménagement large et rectiligne de la voie, ne lui a pas permis de mettre en œuvre une manœuvre d'urgence suffisamment tôt pour éviter la collision.

Nous décrivons ci-dessous plusieurs objectifs à rechercher afin d'éviter la reproduction d'accidents relevant de ce scénario type.

Objectifs à rechercher

En premier lieu, il semble que tout aménagement visant à défavoriser la réalisation (notamment par les deux-roues motorisés) de manœuvres rapides de dépassement à hauteur des intersections, des accès riverains importants voire sur l'ensemble d'une section comportant de nombreux accès ou bordées de stationnement (générateurs de manœuvres de tourne à gauche ou de demi-tour), irait dans le sens d'une réduction de ce type d'accident.

Il semble ensuite que toute disposition visant une meilleure anticipation par le conducteur venant de l'arrière (véhicule 1) de l'éventuelle manœuvre de tourne à gauche du véhicule 2 pourrait également constituer une voie intéressante pour limiter ce type d'accident.

Enfin, une réduction ponctuelle des vitesses pratiquées, notamment à hauteur des intersections où se produisent des accidents relevant de ce scénario type pourrait également permettre de réduire la fréquence et la gravité de ce type d'accident. Dans le cas de sections de voies urbaines bordées de nombreux accès riverains ou de stationnement (généralisant des manœuvres de tourne à gauche ou de demi-tour) et sur lesquelles les accidents relevant de ce scénario type sont dispersés, une modération globale de la vitesse sur l'ensemble de la section paraîtrait mieux adaptée. Un niveau de vitesse plus bas donnerait en effet davantage de temps au conducteur venant de l'arrière pour réagir et diminuerait certainement la gravité des blessures.

Nous présentons ci-dessous quelques principes d'aménagement permettant d'atteindre les objectifs précédemment évoqués.

⁶⁰ « On ne recherche jamais que l'information susceptible de confirmer ou d'infirmer ses propres hypothèses, fondées sur les connaissances dont on dispose » (Vurpillot, 1969, cité par Layat, 1987).

Principes d'aménagement

En ce qui concerne l'objectif de défavoriser les manœuvres rapides de dépassement, il semble que plusieurs possibilités d'actions puissent être trouvées dans les domaines décrits ci-dessous.

Dans le cas majoritaire d'accidents se produisant en intersections, une réduction de la largeur de chaussée et le cas échéant du nombre de voies de circulation, accompagnée de la mise en place d'aménagements centraux (de type refuge piéton, îlot en saillie, terre-plein central, *etc.*) pourrait constituer un moyen efficace pour réduire ce type d'accident. Concernant les effets positifs d'une réduction de la largeur de chaussée et du nombre de voies de circulation, le lecteur pourra notamment se reporter à la discussion relative au scénario type 8. Concernant la mise en place, sur l'axe des chaussées au niveau des intersections, d'aménagements centraux (de type îlots en saillie par exemple), les résultats de la revue bibliographique de Elvik et Vaa (2004) suggèrent que les effets de ce type de dispositifs sont en général bénéfiques pour l'ensemble des accidents corporels.

Dans les cas d'accidents se produisant à hauteur d'accès riverains, l'implantation ponctuelle d'aménagements centraux à hauteur de ces accès ou l'aménagement sur l'ensemble de la section dans le cas de voies bordées de nombreux accès, pourrait être un moyen efficace pour réduire ce type d'accident. Les travaux de Thompson et *al.* (1990), évaluant un programme d'environ 25 aménagements de voies urbaines avec implantation de refuges ponctuels tous les cent mètres dans le comté du Nottinghamshire en Grande Bretagne concluent à une diminution (statistiquement non significative) des accidents n'impliquant pas de piétons suite à la mise en place de ces aménagements. D'autre part, la mise en place d'aménagements centraux sur l'ensemble d'une section de voie urbaine a été largement utilisée dans le cadre du programme « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » avec des résultats positifs (CERTU, 1994). Par ailleurs, la mise en place d'aménagements centraux sur les voiries urbaines est souvent recommandée pour améliorer la sécurité des piétons (voir notamment Tira et Ventura, 2000, GART, 2000, CETUR, 1989, cités par Brenac et *al.*, 2003).

Concernant l'objectif de favoriser une meilleure anticipation par le conducteur du véhicule 1 de la manœuvre de tourne à gauche du véhicule 2, la mise en place d'aménagements centraux, d'un passage piétons, le changement de la couleur du revêtement, le rétrécissement de la chaussée, la mise en place d'un plateau surélevé (entre autres multiples possibilités), à hauteur des intersections et des accès dans le but de renforcer leur perceptibilité et d'éviter l'effet de surprise (souvent à l'origine des accidents relevant de ce scénario type) pourraient également être une voie intéressante pour réduire ce type d'accident. Sur ce point, le lecteur pourra se reporter à la référence SETRA, CETUR (1992).

Enfin, concernant l'objectif de réduction de la vitesse de l'usager venant de l'arrière, celui-ci peut être atteint par différents moyens : le réaménagement de la voirie permettant une réduction des vitesses pratiquées (voir par exemple, CETUR, 1989, CERTU, 1994) ou dans certains cas, le renforcement durable du système de contrôle et de sanction des excès de vitesse (voir par exemple Vaa, 1997 ou Chen et *al.*, 2000). Concernant les effets de telles mesures sur la sécurité, le lecteur pourra se reporter à la discussion suivant la description du scénario type 1.

8.2 Présentation détaillée du scénario type 14

Scénario type 14

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues (une motocyclette dans un cas, un cyclomoteur dans un cas, un cycle dans un cas) **circule sur une voie urbaine à l'approche d'une intersection** (de type X). **Un véhicule relativement massif** (un bus dans un cas, un véhicule utilitaire léger dans deux cas) **est arrêté ou ralenti dans l'intersection** (arrêt ou ralentissement lié à un véhicule stationné « en double file » dans un cas, à un véhicule en attente de tourne à gauche dans un cas, aux contraintes de giration d'un bus dans le dernier cas).

Situation d'accident

Le conducteur du deux-roues engage le dépassement du véhicule et se retrouve confronté à un autre véhicule circulant en sens inverse (2 cas) (ou dans un cas circulant dans le même sens et tournant à gauche), **véhicule initialement masqué par le véhicule dépassé.**

Situation d'urgence

Le conducteur du deux-roues effectue un freinage d'urgence dans 2 cas (dont 1 cas combiné à un déport latéral). Dans le dernier cas, il n'a pas le temps d'entreprendre une manœuvre d'urgence. **Le conducteur de l'autre véhicule n'effectue aucune manœuvre d'urgence.**

Situation de choc

Les deux véhicules entrent en collision.

Facteurs accidentogènes :

- Absence d'aménagement central (de type terre plein central, îlot, refuge piéton) à hauteur d'une intersection favorisant la réalisation de manœuvres de dépassement effectuées par les deux-roues (3 cas) ;
- largeur de chaussée relativement importante favorisant les manœuvres de dépassement, notamment par les deux-roues (2 cas : largeur de chaussée : 9 m ; 9,90 m) ;
- jeune âge et/ou faible expérience de la conduite pour le conducteur du deux-roues limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle présence d'un véhicule masqué par le véhicule précédent (un cas implique un cycliste âgé de 19 ans ; un autre cas implique un cyclomotoriste de 21 ans ; dans le dernier cas, il s'agit d'un motocycliste âgé de 25 ans et titulaire du permis de conduire depuis 1 an et 10 mois) ;
- conditions de travail des coursiers favorisant l'adoption d'un style de conduite fluide, offensif (1 cas) ;
- visibilité mutuelle entre les deux impliqués masquées par un véhicule relativement massif (3 cas : 1 cas impliquant un bus, deux cas impliquant un véhicule utilitaire léger) ;
- motocyclette puissante permettant d'effectuer de fortes accélérations (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge d'un conducteur de sexe masculin favorisant l'adoption d'un style de conduite offensif, démonstratif (3 cas : âge des conducteurs : 19 ans ; 21 ans ; 25 ans) ;
- grande maniabilité des deux-roues leur permettant d'effectuer des manœuvres de dépassement en toutes circonstances (3 cas) ;
- voie urbaine en descente favorisant la prise de vitesse pour un deux-roues sans moteur (1 cas) ;
- heure matinale ayant pu faire croire au conducteur du deux-roues de la faible probabilité de se retrouver confronté à un véhicule circulant en sens inverse (1 cas : heure de l'accident : 06h50).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- dans un cas, le motocycliste approche d'une intersection dans laquelle est arrêté un véhicule utilitaire léger, arrêt lié à un véhicule stationné sur la chaussée. Il effectue son dépassement malgré l'absence de visibilité sur la circulation en aval et se retrouve confronté à un véhicule circulant en sens inverse et arrêté au milieu de la chaussée sur sa trajectoire L'arrêt de ce véhicule est lié à la présence d'un feu tricolore au rouge, sa position sur la chaussée s'explique par un camion de livraison arrêté sur la droite de la voie à hauteur du feu tricolore ;
- dans un cas, le conducteur du deux-roues approche de l'intersection et perçoit un véhicule utilitaire léger arrêté en biais au milieu de l'intersection (ce dernier essayant de dépasser par la droite un véhicule en attente de tourne à gauche). Le deux-roues engage son dépassement par la gauche et se retrouve confronté au véhicule en attente de tourne à gauche et arrêté sur sa trajectoire.

Dommmages corporels :

Dans les trois cas, les informations disponibles sont insuffisantes. Néanmoins, les blessures paraissent dans les tous les cas bénignes (pas d'I.T.T délivrée dans deux cas, une I.T.T de deux jours dans un cas).

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 0,6 % des accidents corporels n'impliquant pas de piétons et recensés en France en milieu urbain. Il est difficile de proposer une réflexion générale sur les moyens de prévention concernant ce scénario type, qui n'est documenté que sur la base de trois cas. Il apparaît que ces accidents résultent notamment de comportements très fluides de la part de jeunes conducteurs de deux-roues dont le gabarit très réduit du véhicule encourage la réalisation de manœuvres de remontées de files, de dépassement "dans la foulée" dès l'arrivée sur les lieux de l'intersection et après une interprétation rapide de la situation en aval.

Ce scénario type se distingue assez nettement du précédent dans la mesure où l'influence du véhicule dépassé (qui est dans les trois cas un véhicule assez massif) en tant que masque à la visibilité sur la situation en aval (et notamment sur la présence ou non de véhicule circulant en sens inverse) apparaît ici comme déterminante. Cependant, les principales perspectives de

prévention en matière d'aménagement, évoquées pour le scénario type précédent, peuvent être reprises ici. Il s'agit notamment de la réduction de la largeur de chaussée et de la mise en place d'îlots centraux ou de refuges piétons limitant les manœuvres rapides de dépassement, et dont les effets positifs sur l'ensemble des accidents ont été montrés (Elvik et Vaa, 2004).

La modération des vitesses sur les sections précédant les intersections où se produisent les accidents relevant de ce scénario, au moyen de techniques de traffic-calming, (CETUR, 1989 ; CETUR, 1990 ; CERTU, 1994) ou la mise en place d'aménagements de modération des vitesses sur le site même de l'intersection (de type "plateau", par exemple) peuvent également être envisagées.

Bien entendu, ces quelques éléments restent à étudier et à compléter, sur la base notamment de l'analyse d'un plus grand nombre de cas d'accidents.

8.3 Présentation détaillée du scénario type 15

Scénario type 15

(décrit sur la base de 2 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule à une vitesse assez élevée sur une voie urbaine secondaire et dans une zone de lotissements. Le conducteur pratique un niveau de vitesse plus élevé qu'à son habitude (trajet urgent dans un cas, conduite démonstrative dans un cas). Un cyclomoteur circule en aval et s'apprête à tourner à droite (1 cas) ou à gauche (1 cas) en direction d'un accès riverain. Le deux-roues engage sa manœuvre. Le conducteur du véhicule 1 s'apprête néanmoins à le dépasser pensant qu'il aura achevé sa manœuvre une fois à sa hauteur.

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 engage le dépassement du deux-roues (par la gauche dans 1 cas, pas la droite dans 1 cas) mais a une évaluation erronée de la progression du deux-roues dont il se rapproche plus rapidement qu'il ne l'avait anticipé.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 effectue un freinage d'urgence. Le conducteur du deux-roues perçoit tardivement le danger et ne réalise aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

Le véhicule 1 percute frontalement l'arrière du deux-roues.

Facteurs accidentogènes :

- Infrastructure urbaine permettant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés et inadaptés au contexte (2 cas) ;

- absence d'aménagements centraux en section courante sur une voie bordée d'accès riverains limitant les manœuvres de dépassement (2 cas) ;
- expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à une évaluation erronée de la situation (1 cas) ;
- alcoolémie élevée pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à une mauvaise évaluation de la situation (1 cas : 2,86 g/l) ;
- véhicule puissant, à caractère sportif favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Lenteur au démarrage et/ou de réalisation d'une manœuvre tournante pour un cyclomoteur transportant deux personnes ayant pu contribuer à une évaluation erronée de la vitesse de réalisation de la manœuvre du deux-roues par le conducteur du véhicule 1 (2 cas) ;
- caractère urgent du trajet pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à l'adoption d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- style de conduite rapide et démonstratif d'un jeune conducteur masculin accompagné de deux amis comme passagers du véhicule (1 cas : âge du conducteur : 20 ans) ;
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas) ;
- environnement urbain peu dense ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Non port du casque par les occupants d'un cyclomoteur ayant entraîné des blessures graves, notamment pour la passagère arrière (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont relativement légères dans un cas. Il s'agit d'un traumatisme léger du rachis dorsal sans lésion osseuse et de légères plaies. En revanche, les blessures sont plus graves dans l'autre cas ; il s'agit de la passagère d'un cyclomoteur ne portant pas de casque et hospitalisée dix jours pour un traumatisme crânio-facial, une fracture du tibia et du péroné de la jambe gauche notamment.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 0,4 % des accidents corporels recensés en France par le Police et la Gendarmerie en milieu urbain et n'impliquant pas de piéton. Ce scénario type se distingue du scénario type 13 décrit précédemment dans la mesure où ici, la manœuvre de tourne à gauche du véhicule circulant en aval est comprise par le conducteur venant de l'arrière. En revanche, c'est davantage l'évaluation par le conducteur de sa vitesse de rapprochement du deux-roues situé en aval et en train de réaliser sa manœuvre qui est erronée. L'étude d'un plus grand nombre de cas d'accident serait cependant nécessaire pour consolider ce scénario type et pour fonder une réflexion sur la prévention.

Cependant, les mesures préventives proposées pour le scénario type 13 peuvent en partie être reprises. Il s'agit notamment de la réduction de la largeur de chaussée et de la mise en

place répétée d'aménagements centraux en section courante afin de décourager les manœuvres de dépassement. Il s'agit également de mesures visant une modération des vitesses pratiquées au moyen de techniques de traffic-calming particulièrement bien adaptées pour les types d'environnement urbain dans lesquels semblent se produire de tels accidents (environnements de lotissement). Ces éléments restent cependant à consolider.

8.4 Présentation détaillée du scénario type 16

Scénario type 16

(décrit sur la base de 13 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues à moteur (cyclomoteur dans 7 cas, dont 5 impliquant un scooter, motocyclette dans 5 cas, motocyclette légère dans 1 cas) **circule sur une infrastructure urbaine large dans la plupart des cas (7 cas) et ne comportant généralement qu'une seule voie pour chaque sens de circulation.** (11 cas). **A l'approche d'une intersection (6 cas : en « T » dans tous les cas) ou d'un accès riverain (6 cas), plusieurs véhicules sont arrêtés (8 cas) ou ralentis (5 cas). Le deux-roues engage leur dépassement par le centre de la chaussée.**

Situation d'accident

L'un des véhicules (4 cas) ou le premier des véhicules (9 cas) de la file de véhicules, engage une manœuvre de tourne à gauche en direction d'une rue secondaire (7 cas) ou en direction d'un accès riverain (6 cas), ou une manœuvre de demi-tour (1 cas) alors que le conducteur du deux-roues à moteur qui n'a pas anticipé cette manœuvre poursuit la remontée de la file de véhicules et survient sur son côté arrière gauche.

Situation d'urgence

Le conducteur du deux-roues à moteur n'a le plus souvent pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (7 cas). Dans les autres cas, il y a freinage d'urgence (5 cas : dont 2 cas où le freinage est combiné à un déport latéral). Dans le dernier cas, il y a déport latéral uniquement.

Le conducteur de l'autre véhicule ne perçoit pas (6 cas) ou très tardivement (3 cas), le deux-roues. Dans les cas restants, l'information est insuffisante pour conclure.

Situation de choc

Le deux-roues heurte le côté gauche du véhicule (à hauteur de l'aile avant gauche dans 7 cas, de la portière avant gauche dans 2 cas, de l'aile arrière gauche dans 4 cas) puis chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Largeur de chaussée relativement importante (7 cas : 7,5 m, 7,5 m, 7,7 m, 8 m, 8,1 m, 12 m, 12,75 m) permettant aux deux-roues à moteur d'effectuer des manœuvres de remontées de files en maintenant une vitesse relativement élevée ;

- absence d'aménagement central (de type îlot, terre plein central) à hauteur d'une intersection (5 cas) ou d'un accès riverain (6 cas) favorisant les manœuvres rapides de remontées de files effectuées par les deux-roues à moteur ;
- faible perceptibilité en approche de la présence d'une intersection (4 cas) ou d'un accès riverain (4 cas), ne permettant pas aux conducteurs du deux-roues à moteur d'anticiper une manœuvre de tourne à gauche de l'un des véhicules dépassés ;
- largeur importante d'une voie urbaine (12,75 m) sans aménagement central favorisant la réalisation de manœuvre de demi-tour (1 cas) ;
- jeune âge et/ou expérience limitée pour le conducteur du deux-roues à moteur dépassant ayant favorisé une absence d'anticipation sur une éventuelle manœuvre de tourne à gauche de l'un des véhicules dépassés (9 cas : dans 5 cas, il s'agit de cyclomotoristes respectivement âgés de 15 ans, 16 ans, 16 ans et 4 mois, 16 ans et 11 mois, 17 ans ; dans 4 cas, il s'agit de motocyclistes disposant respectivement du permis A depuis 1 an et 7 mois dans un cas, 2 ans dans 2 cas, dans le dernier cas, il s'agit d'un conducteur d'une motocyclette légère ayant le permis B depuis 2 ans et 7 mois). Dans ce dernier cas, l'inexpérience semble également avoir eu une influence dans la situation d'urgence, le conducteur perdant le contrôle de son deux-roues suite à un freinage d'urgence ;
- visibilité en aval sur le véhicule tournant masquée par un véhicule de type utilitaire le suivant (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Maniabilité et faible encombrement des deux-roues à moteur leur permettant d'effectuer des manœuvres de remontées de files de véhicules en maintenant une vitesse relativement élevée ;
- caractère inattendu pour le conducteur du véhicule tournant, de la manœuvre de remontée de file effectuée par le deux-roues, la chaussée ne comportant qu'une voie pour ce sens de circulation et un ou plusieurs véhicules étant arrêtés derrière lui (12 cas) ;
- jeune âge du motocycliste (24 ans) accompagné d'un ami conduisant également une motocyclette, ou du cyclomotoriste (16 ans), favorisant l'adoption d'un style de conduite démonstratif (2 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans l'un des cas, la manœuvre de tourne à gauche de l'un des véhicules d'une file de véhicules ralentis est d'autant plus inattendue par le conducteur du deux-roues à moteur que le véhicule tournant à gauche en direction d'une station service se dirige vers la voie réservée aux usagers quittant la station service ;
- dans un autre cas, la partie gauche de la chaussée est en travaux, faisant sans doute penser au conducteur du deux-roues qu'aucun véhicule ne peut tourner à gauche. L'un des véhicules tourne néanmoins à gauche à hauteur du parking d'un commerce où la zone de travaux est interrompue.

Facteurs de gravité :

- Dans un cas, l'absence de port de vêtements de protection et notamment de bottes par un motocycliste est avéré et a eu une influence dans l'aggravation des lésions. Néanmoins, le recours à des données de types « procédures d'accidents corporels », comme c'est le cas

dans cette recherche, ne permet pas de disposer de ce type d'informations pour la grande majorité des cas. Par conséquent, les résultats sur ce point doivent être interprétés avec prudence.

Dommmages corporels :

L'usager du deux-roues à moteur et éventuellement son passager sont les seuls blessés dans la quasi-totalité des cas (12 cas). Les blessures sont bénignes dans 6 cas. Il s'agit de plaies superficielles, de dermabrasions, de contusions, le plus souvent aux membres inférieurs.

Les blessures sont un peu plus graves dans 4 cas. Il s'agit d'une fracture de la clavicule dans 2 cas. Il y a traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale dans un cas nécessitant deux jours d'hospitalisation. Enfin, le dernier cas concerne un motocycliste hospitalisé neuf jours pour un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale, une fracture déplacée du scaphoïde et une fracture de l'une des vertèbres lombaires, ces blessures nécessitant par ailleurs au moins 90 jours de soins. Dans les cas restants, l'information disponible est insuffisante mais semble indiquer des blessures légères.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 2,8 % des accidents sans piéton impliqué recensés en France en milieu urbain. Un scénario type similaire avait été mis en évidence dans une étude antérieure se limitant au département de l'Eure et Loir (Fleury *et al.*, 1990).

Ce scénario type se distingue du scénario type 13 dans la mesure où il se produit sur des infrastructures urbaines de centre ville souvent congestionnées, contrairement au scénario type 13 qui semble davantage se produire sur des infrastructures urbaines de périphérie, aux caractéristiques souvent rapides (sur ce point, *cf.* Clabaux et Brenac, 2005). D'autre part, ici le conducteur du deux-roues à moteur n'est pas confronté au ralentissement ou à l'arrêt d'un seul véhicule en aval mais au ralentissement ou à l'arrêt d'une file de véhicules. Par ailleurs, notons que le présent scénario type 16 se différencie du scénario type 17 décrit plus loin au sens où ce dernier concerne des accidents impliquant un deux-roues à moteur dépassant une file de véhicules et entrant en collision avec un véhicule, initialement masqué (par un véhicule de la file le laissant passer) et franchissant la file.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, la littérature scientifique en sécurité routière est relativement peu abondante sur les possibilités de prévention des accidents impliquant des deux-roues motorisés (Clabaux, 2003). Elle l'est encore moins sur les accidents liés à des manœuvres de remontées de files de véhicules. Par conséquent, les éléments de discussion sur les possibilités de mesures de prévention que nous évoquons à la suite du présent scénario type et des scénarios types suivants (scénarios types 17, 18 et 19) feront l'objet de développements relativement limités.

Nous décrivons dans un premier temps les principaux problèmes de sécurité identifiés dans ce scénario type. Nous présentons ensuite les objectifs à rechercher et les principes d'aménagement à mettre en œuvre pour éviter la reproduction de ce type d'accident.

Problèmes de sécurité identifiés

Tout d'abord il ressort de l'analyse approfondie des cas que la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé lors de la manœuvre de remontée de files du deux-roues n'a pas permis au conducteur de ce dernier d'éviter la collision. La vitesse joue en effet un rôle important puisqu'elle conditionne le temps disponible pour le conducteur du deux-roues pour effectuer une manœuvre d'urgence, une fois la manœuvre de tourne à gauche de l'un des véhicules de la file engagée. L'analyse en profondeur des cas montre que ce niveau de vitesse a généralement été favorisé par une infrastructure urbaine large et par l'absence d'aménagements centraux, notamment à hauteur des intersections et des accès (*cf.* « Facteurs accidentogènes »).

D'autre part, il semble, comme dans la plupart des scénarios types mettant en jeu des manœuvres de dépassement avec changement de trajectoire du véhicule dépassé, que l'absence d'anticipation ou la faible anticipation de ce changement de direction par le conducteur dépassant, ait également joué un rôle important. L'analyse approfondie des cas montre que cette absence d'anticipation sur la manœuvre tournante de l'un des véhicules dépassés a souvent (au moins 8 cas) été favorisée par une faible perceptibilité en approche de la présence d'une intersection ou d'un accès.

Nous présentons ci-dessous quelques objectifs à rechercher pour permettre d'éviter la reproduction des accidents relevant de ce scénario type.

Objectifs à rechercher

La réduction de la vitesse à laquelle le deux-roues motorisé effectue la remontée de la file de véhicules pourrait tout d'abord être une voie intéressante pour réduire ce type d'accident. Comme nous l'avons vu ci-dessus, la vitesse joue en effet un rôle déterminant dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour le conducteur du deux-roues pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois la manœuvre tournante de l'autre impliqué engagée. Bien entendu, une réduction de la vitesse permettrait certainement de limiter la gravité des lésions infligées aux occupants des deux roues à moteur impliqués dans ce type d'accident. Notons qu'il ne s'agit pas ici d'essayer d'empêcher les manœuvres de remontées de files de véhicules effectuées par les deux-roues motorisés, principal atout de ce type de véhicule. Il s'agit en revanche de dissuader leur réalisation à des vitesses relativement élevées, notamment à hauteur des intersections et des accès, souvent générateurs de manœuvres tournantes.

Par ailleurs, toute disposition permettant une meilleure lisibilité de l'aménagement de la voie et une meilleure anticipation par le conducteur du deux-roues à moteur de l'éventuelle manœuvre tournante de l'un des véhicules de la file irait également sans doute dans le sens d'une réduction de ce type d'accident. Plusieurs principes d'aménagement peuvent être envisagés pour atteindre ces objectifs. Nous les décrivons ci-dessous.

Principes d'aménagement

La réduction de la largeur de chaussée accompagnée de la mise en place d'aménagements centraux (refuges, îlots en saillie, terre-pleins, *etc.*) à hauteur des intersections, des accès ou sur l'ensemble d'une section de voie pourrait, en limitant la largeur roulable entre les

véhicules ralentis et l'axe de la chaussée, être un moyen efficace pour réduire la vitesse à laquelle le deux-roues effectue la remontée de la file de véhicules. Ce type de réaménagement a souvent été utilisé dans le cadre du programme « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » avec des résultats positifs (bien que, comme le mentionnent Brenac et *al.*, 2003, les effets d'autres mesures concomitantes étaient difficilement dissociables). D'autre part, concernant les effets de la mise en place d'aménagements centraux, les résultats de Elvik et Vaa (2004), portant plus spécifiquement sur les effets des refuges pour piétons, montrent les effets bénéfiques de ce type de dispositifs sur l'ensemble des accidents corporels (diminution de 13 % des accidents corporels de tous types d'après ces auteurs). Par ailleurs, de tels aménagements sont souvent recommandés pour améliorer la sécurité des piétons (voir par exemple Tira et Ventura, 2000, cité par Brenac et *al.*, 2003 ou GART, 2000) et notamment pour limiter les accidents entre un piéton traversant devant un véhicule arrêté et heurté par un autre usager effectuant le dépassement de ce véhicule (Brenac et *al.*, 2003, Brenac et Clabaux, 2005).

Par ailleurs, la mise en place d'aménagements centraux (accompagnée le cas échéant d'autres techniques comme par exemple l'utilisation de revêtements de couleur différente, la réduction de la largeur de chaussée, l'augmentation de la largeur des trottoirs, la mise en place d'un passage piéton, d'un plateau surélevé, *etc.*, sur ce point, voir notamment SETRA, CETUR, 1992) à hauteur des intersections (voire des accès) auraient sans doute également pour effet d'accentuer leur perceptibilité en approche, ce qui favoriserait une meilleure anticipation par le conducteur du deux-roues motorisé de l'éventuelle manœuvre de tourne à gauche de l'un des véhicules de la file.

8.5 Présentation détaillée du scénario type 17

Scénario type 17

(décrit sur la base de 10 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 (un deux-roues dans 7 cas, motorisé dans 6 cas) **circule sur une infrastructure urbaine comportant le plus souvent plusieurs voies pour le même sens de circulation** (6 cas : dans 2 de ces cas, l'une de ces voies est un couloir de bus) **ou 2 voies larges** (4 cas : 7,5 m, 8,35 m, 8,8 m, 9,5 m) **à l'approche d'une intersection** (9 cas) **ou d'un accès riverain** (1 cas). **La circulation est le plus souvent dense** (6 cas) **Une file de véhicules** (8 cas) **ou un seul véhicule** (2 cas) **est arrêté en aval afin de laisser passer un véhicule 2 en provenance d'une rue secondaire** (5 cas), **d'un accès riverain** (1 cas) **ou circulant en sens inverse et souhaitant tourner à gauche** (4 cas). **Le véhicule 1 effectue leur dépassement.**

Situation d'accident

Le véhicule 2 franchit la file de véhicules (8 cas) **ou engage sa manœuvre devant le véhicule arrêté** (2 cas) **tandis que le véhicule 1 survient. La perception mutuelle est en général très tardive du fait du masque à la visibilité constitué par le ou les véhicule(s) arrêté(s).**

Situation d'urgence

Les deux protagonistes n'ont souvent pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (5 cas). Dans les autres cas, le conducteur du véhicule 1 freine tardivement (2 cas) ou effectue un déport latéral (2 cas : dans l'un de ces deux cas, cette manœuvre de déport provoque la perte de contrôle du véhicule). Le conducteur du véhicule 2 freine dans un cas, accélère dans un cas. Dans les cas restants, l'information est insuffisante pour conclure.

Situation de choc

Collision fronto-latérale (9 cas). Dans le dernier cas, le véhicule 1, suite à une manœuvre brutale de déport latéral, percute un véhicule en stationnement.

Facteurs accidentogènes :

- Chaussée à voies multiples pour le même sens de circulation favorisant des manœuvres de dépassement de véhicules arrêtés laissant passer un autre véhicule et contribuant à générer des effets de masque à la visibilité sur le véhicule franchissant la file de véhicules ou s'insérant devant le véhicule arrêté (6 cas : 5 cas d'infrastructures à 2x2 voies dont 1 cas avec un couloir de bus aménagé en plus ; dans le dernier cas, il s'agit d'une chaussée comportant une voie et un couloir de bus pour chaque sens de circulation) ;
- largeur de chaussée relativement importante pour une voie urbaine comportant une voie pour chaque sens de circulation, favorisant les manœuvres rapides de dépassement ou de remontée de files effectuées par les deux-roues (4 cas : 7,5 m ; 8,35 m ; 8,8 m ; 9,5 m) ;
- absence d'aménagement central (de type refuge, îlot, terre-plein central) à hauteur d'une intersection sur une voie urbaine bidirectionnelle à 2 voies, favorisant les manœuvres rapides de dépassement (1 cas) ou de remontées de files (2 cas) effectuées par les deux-roues à moteur (3 cas) ;
- faible perceptibilité en approche, de la présence d'une intersection (au moins 3 cas ; 1 cas plus incertain) limitant les capacités de prévision et d'anticipation du conducteur du véhicule dépassant sur le franchissement éventuel de la file de véhicules par un autre véhicule ;
- infrastructure urbaine large (9,9 m) à 2 voies pour chaque sens de circulation favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- fonctionnement au jaune clignotant d'un carrefour à feux ayant favorisé la formation d'une file de véhicules du fait du caractère ambigu du régime de priorité en cas de non fonctionnement des feux tricolores. Un deux-roues à moteur effectue alors la remontée de la file de véhicules et percute un véhicule franchissant la file (1 cas) ;
- phasage de feux tricolores (de type deux phases) ne dissociant pas le passage des usagers tournant à gauche du passage des usagers en mouvement direct en sens inverse (1 cas) ;
- couloir de bus permettant de fait la circulation des deux-roues motorisés et favorisant les manœuvres de remontée de files de véhicules en maintenant une vitesse relativement élevée (1 cas) ;
- expérience limitée pour le conducteur du véhicule dépassant (4 cas : 2 cas pour le conducteur d'un véhicule léger ayant respectivement 1 an et 20 jours et 1 an et 9 mois de permis ; 2 cas de motocyclistes conduisant une motocyclette légère et ayant respectivement 8 mois et 9 mois de permis de conduire) limitant ses capacités de prévision et d'anticipation

- sur l'éventualité d'un franchissement de la file de véhicules qu'il est en train de dépasser par un véhicule en intersection (1 cas) ;
- visibilité mutuelle masquée par le ou les véhicule(s) arrêté(s) afin de laisser passer un autre véhicule (10 cas : dans un de ces cas, le véhicule masquant est un véhicule de transport en commun, dans un autre cas, il s'agit d'un véhicule de type 4x4, dans un autre cas, il s'agit d'un véhicule de nettoyage de type balayeuse)
 - conditions de travail des coursiers favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide (2 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Maniabilité et faible encombrement des deux-roues leur permettant d'effectuer des manœuvres de remontées de files (3 cas) ou de dépassement (2 cas) en maintenant une vitesse relativement élevée (5 cas) ;
- caractère inattendu de la survenue d'un deux-roues effectuant la remontée d'une file de véhicules (3 cas) ou le dépassement (2 cas), la voie de circulation étant occupée par le ou les véhicule(s) arrêté(s) (5 cas) ;
- caractère inattendu de la circulation d'un deux-roues à moteur dans un couloir de bus (1 cas) ;
- caractère urgent du déplacement pour un coursier favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide (2 cas : dans l'un de ces cas, le conducteur emprunte pour dépasser une file de véhicules arrêtés un couloir de bus aménagé sur la partie droite de la chaussée) ;
- conducteur du véhicule dépassant jeune et de sexe masculin favorisant l'adoption d'un style de conduite offensif (4 cas : 18 ans ; 22 ans ; 23 ans ; 27 ans).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans 3 cas, l'arrêt d'un ou plusieurs véhicules à hauteur d'une intersection afin de laisser passer un véhicule est lié au régime de priorité à droite en ces lieux ;
- dans 3 cas, il s'agit du conducteur d'un véhicule qui, en intersection s'apprête à tourner à gauche. Une file de véhicule est arrêtée en sens inverse en raison du trafic dense à cette heure de la journée. L'un des véhicules de la file fait signe au conducteur de passer. Celui-ci engage alors sa manœuvre et entre en collision avec un véhicule dépassant la file de véhicules par la droite sur une voie libre de toute circulation (voie réservée aux bus dans un cas) ;
- dans 2 cas, il s'agit d'un véhicule en provenance d'un accès riverain ou d'une rue secondaire qui est en attente de pouvoir traverser une file de véhicules afin de réaliser une manœuvre de tourne à gauche dans la direction opposée à celle suivie par les véhicules de cette file. L'un des véhicules de la file fait signe au conducteur de s'engager. Le conducteur engage sa manœuvre et entre en collision avec un véhicule effectuant la remontée de la file ;
- dans un cas, il s'agit d'un conducteur en provenance d'une rue secondaire qui, dans un carrefour à feux dont les feux sont au jaune clignotant, est en attente de pouvoir traverser le carrefour. Plusieurs véhicules, venant de sa gauche et de sa droite s'arrêtent afin de le laisser s'engager. Le conducteur effectue la première partie de la traversée. Arrivant à hauteur de la deuxième partie de sa traversée, une file de véhicules s'est formée sur l'une des deux voies. Le conducteur engage doucement la fin de sa traversée lorsqu'il est surpris par un conducteur dépassant la file de véhicules sur la voie de droite;

- dans le dernier cas, il s'agit d'un conducteur qui, dans une intersection en croix, souhaite aller tout droit. L'intersection est réglementée par une priorité à droite. Le conducteur prend de l'information sur sa droite et aperçoit un véhicule de type « balayeuse » évoluant à très faible allure au centre de sa voie. Compte tenu de la vitesse d'approche de ce véhicule, le conducteur pense alors avoir le temps d'effectuer sa manœuvre. Un véhicule en provenance de sa gauche s'arrête afin de lui laisser la priorité. Le conducteur s'engage alors et entre en collision avec un deux-roues dépassant la balayeuse par la droite.

Facteurs de gravité :

- Non port de la ceinture de sécurité (2 cas) ;
- présence d'un véhicule en stationnement à cheval sur la chaussée et le trottoir et percuté par le véhicule dépassant après avoir donné un violent coup de volant pour éviter le véhicule franchissant la file de véhicules (1 cas).

Dommmages corporels :

Le véhicule dépassant ou effectuant la remontée de la file de véhicules arrêtés étant le plus souvent un deux-roues, les blessures concernent donc le plus souvent l'usager dépassant.

Les blessures sont bénignes dans 4 cas. Il s'agit essentiellement d'excoriations cutanées dans un cas, de contusions, d'hématomes au coude gauche et au genou gauche, accompagnées d'une légère entorse du rachis cervical dans un cas. Dans les deux autres cas, il s'agit de douleurs ne nécessitant pas l'admission à l'hôpital. Dans trois cas, les blessures sont un peu plus graves. Dans un cas, il s'agit d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale accompagné d'une amnésie lacunaire post-traumatique, d'une entorse de la métatarso-phalangienne du premier rayon droit, de contusions et de dermabrasions. Dans un cas, il y a un traumatisme crâno-facial ainsi qu'un traumatisme cervical nécessitant une hospitalisation pendant une journée. Enfin, dans le dernier cas, le cyclomotoriste est hospitalisé deux jours pour un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale et un traumatisme du genou droit et du rachis cervical.

Dans deux autres cas, la nature des blessures est indéterminée mais suggère des blessures légères (l'ITT étant de 0 jour dans un cas, et le motocycliste n'étant pas admis à l'hôpital dans l'autre cas). Enfin, dans le dernier cas, l'information disponible est insuffisante pour se prononcer sur la gravité des lésions.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 2,2 % des accidents corporels n'impliquant pas de piéton recensés en France en milieu urbain. Des scénarios types présentant une certaine parenté ont été mis en évidence dans des études antérieures (Fleury et *al.*, 1990, Brenac et *al.*, 1996, Brenac et *al.*, 2003, Clabaux et Brenac, 2005). Un rapprochement avec la famille « Masque » mise en évidence par CERTU (2005) peut également être fait.

Le présent scénario type 17 se distingue assez nettement du scénario type 16 dans la mesure où ici, l'influence d'une obstruction à la visibilité, constituée par un véhicule de la file de véhicules laissant passer le véhicule 2, est ici déterminante. D'autre part, il semble que ce

scénario type se produise davantage en intersection et sur des infrastructures urbaines comportant plusieurs voies pour le même sens de circulation.

Nous décrivons ci-dessous les principaux problèmes de sécurité ressortant de ce scénario type. Nous présentons ensuite quelques objectifs à rechercher afin d'éviter la reproduction des accidents relevant de ce scénario type. Enfin, plusieurs principes d'aménagement sont suggérés pour permettre d'atteindre ces objectifs. Les éléments mentionnés ici reprennent pour partie les développements présentés dans la discussion relative au scénario type précédent. Quelques éléments concernant plus particulièrement ce scénario type sont néanmoins évoqués.

Problèmes de sécurité identifiés

Tout d'abord, la possibilité pour un conducteur d'effectuer à un niveau de vitesse relativement élevé la remontée d'une file de véhicules arrêtés ou ralentis à l'approche d'une intersection, apparaît ici problématique dans la mesure où ce niveau de vitesse ne lui permet souvent pas de disposer d'un temps suffisamment important pour éviter la collision avec un autre véhicule, initialement masqué et franchissant la file de véhicules. Il ressort de l'analyse approfondie des cas que le large dimensionnement de la chaussée a dans tous les cas favorisé ce niveau de vitesse. L'aménagement de plusieurs voies pour un même sens de circulation peut en effet favoriser le maintien d'une vitesse assez élevée malgré la formation d'une file de véhicules sur une autre file de même sens, cette file de voitures pouvant alors constituer un masque à la visibilité sur un véhicule ou un piéton la franchissant. L'aménagement large de voies urbaines comportant une voie pour chaque sens de circulation, sans aménagement central peut également favoriser la réalisation de manœuvres rapides de remontées de files par des deux-roues motorisés.

D'autre part, il apparaît dans au moins trois cas de ce scénario type, cas pour lesquels nous disposons des photographies du site et des conditions d'approche, que la faible perceptibilité d'une intersection n'a pas favorisé l'anticipation par le conducteur du véhicule de l'éventuelle franchissement de la file de véhicules par un autre conducteur en provenance de l'une des branches de l'intersection.

Objectifs à rechercher

Tout d'abord, il semble que toute mesure permettant une réduction de la vitesse à laquelle le véhicule 1 effectue la remontée de la file de véhicules, irait dans le sens d'une réduction de ce type d'accident. Comme dans la plupart des scénarios types où un véhicule apparaît soudainement dans le champ visuel d'un conducteur prioritaire, la vitesse joue en effet un rôle déterminant dans la mesure où elle conditionne le temps disponible pour le conducteur pour effectuer une manœuvre d'évitement, une fois la manœuvre de franchissement de la file du véhicule 2 engagée.

D'autre part, le renforcement de la perceptibilité de certaines intersections urbaines permettrait sans doute d'accroître l'anticipation par le conducteur effectuant la remontée de la file sur l'éventuel franchissement de la file par un véhicule initialement masqué en provenance d'une autre rue.

Différents principes d'aménagements peuvent être suggérés pour atteindre ces objectifs. Nous les présentons ci-dessous.

Principes d'aménagement

Concernant les cas d'accidents se produisant sur des infrastructures urbaines comportant plusieurs voies pour un même sens de circulation et où un véhicule effectue la remontée d'une file de véhicules arrêtés ou ralentis sur une autre voie de circulation adjacente à la file, la réduction du nombre de voies irait dans le sens d'une réduction de ce type d'accident. En particulier le passage de configurations à 2x2 voies à 2x1 voies (une voie pour chaque sens de circulation), accompagné de l'aménagement d'un terre-plein central, permettrait d'éviter la juxtaposition de voies de mêmes sens où les vitesses peuvent être très différentes et où les effets de masques à la visibilité peuvent être fréquents (Brenac et *al.*, 2003).

Plusieurs opérations de réaménagement menées notamment dans le cadre du programmes « Ville plus sûre, quartiers sans accidents » ont montré l'intérêt pour la sécurité du passage d'une configuration à 2x2 voies à 2x1 voies avec aménagement d'un terre-plein central, y compris dans le cas d'infrastructures urbaines supportant un trafic important (CERTU, 1994, GART, 2000). Par ailleurs, ce type de réaménagement est particulièrement recommandé pour éviter les accidents impliquant des piétons traversant, initialement masqués par une file de véhicules et heurtés par un véhicule circulant sur une file de circulation plus rapide (sur ce point, *cf.* Brenac et *al.*, 2003, pp-66-71).

En ce qui concerne les accidents de ce scénario type impliquant un deux-roues motorisé effectuant la remontée de la file de véhicules sur l'axe de la chaussée, la réduction de la largeur de chaussée et la mise en place d'aménagements centraux (de type refuges, îlots en saillie, terre-pleins centraux, *etc*) pourrait permettre, en réduisant l'espace roulant entre la file de véhicules et l'axe de la chaussée, de réduire la vitesse du deux-roues motorisé notamment à l'approche des intersections. Les résultats de Elvik et Vaa (2004) indiquent les effets positifs de la mise en place de tels dispositifs et cela sur l'ensemble des accidents corporels. D'autre part, la mise en place d'aménagements centraux (de type îlots en saillie), notamment à hauteur des traversées piétonnes est fréquemment recommandée (voir par exemple, Tira et Ventura, 2000, Herrstedt et *al.*, 1993, Brenac et *al.*, 2003).

D'autre part, la mise en place d'aménagements centraux, accompagnée le cas échéant d'autres aménagements (mise en place de passages piétons, changement de revêtement, réduction de la largeur de chaussée par des avancées de trottoirs, aménagement de plateaux surélevés, entre autres possibilités, voir SETRA, CETUR, 1992) à hauteur des intersections pourrait permettre d'accentuer leur perceptibilité et favoriserait ainsi une meilleure anticipation par le conducteur dépassant, de l'éventuelle franchissement de la file par un véhicule initialement masqué et en provenance d'une autre rue.

8.6 Présentation détaillée du scénario type 18

Scénario type 18

(décrit sur la base de 5 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues à moteur (motocyclette dans 3 cas, motocyclette légère dans 2 cas) **circule à une heure de pointe entre deux files de véhicules le plus souvent ralentis** (3 cas) **ou arrêtés** (1 cas) **sur une infrastructure urbaine à plusieurs voies pour le même sens de circulation** (de type autoroute urbaine à 4 voies dans 4 cas, dans le dernier cas, il s'agit d'une voie pénétrante d'une grande agglomération à deux voies pour chaque sens de circulation).

Situation d'accident

L'un des véhicules des deux files de véhicules se déporte (de la droite vers la gauche dans 3 cas, de la gauche vers la droite dans deux cas) **pour changer de voie** (4 cas) **ou pour une autre raison** (1 cas : pour lire un panneau directionnel implanté en aval) **alors que le deux-roues à moteur s'apprête à le dépasser et survient derrière lui.**

Situation d'urgence

Le motocycliste freine (2 cas) ou effectue un déport latéral (1 cas). Dans un cas, il n'a pas le temps de réagir. Dans le dernier cas, l'information est insuffisante pour conclure. Le conducteur de l'autre véhicule donne un coup de volant dans 2 cas. Dans 1 cas, le deux-roues n'est perçu qu'au moment du choc. Dans les deux derniers cas, l'information est insuffisante pour conclure.

Situation de choc

Collision de type side-swipe provoquant la chute du motocycliste sur la chaussée. Dans l'un des cas, le motocycliste est projeté sur un autre véhicule d'une file adjacente avant de chuter au sol.

Facteurs accidentogènes :

- Largeur importante des voies permettant une circulation entre files des deux-roues à moteur et cela en maintenant une vitesse relativement élevée (5 cas) ;
- faible perceptibilité des deux-roues à moteur, notamment de nuit, sur l'arrière et dans une scène visuelle complexe (trafic dense sur une infrastructure large à plusieurs voies) (1 cas) ;
- expérience limitée de la pratique motocycliste (2 cas : 13 jours de permis A dans un cas ; 1 an et 7 mois dans l'autre cas) ayant pu limiter les capacités de prévision d'une éventuelle manœuvre de changement de file de l'un des véhicules dépassés.

Autres éléments explicatifs :

- Faible encombrement et maniabilité des deux-roues à moteur leur permettant de circuler entre des files de véhicules arrêtés ou ralentis tout en maintenant une vitesse relativement élevée (5 cas) ;

– caractère inattendu de la survenue d'un deux-roues à moteur entre deux files de véhicules, le trafic étant dense et les deux voies entre lesquelles circule le deux-roues étant occupées par des véhicules arrêtés ou ralentis (4 cas).

Dommmages corporels :

Le motocycliste est dans tous les cas de ce scénario type atteint de blessures très légères aux membres inférieurs dans 4 cas et aux membres supérieurs dans un cas. Il s'agit généralement de contusions, hématomes, de plaies légères, de légers traumatismes ou encore de dermabrasions.

Discussion

On peut estimer que ce scénario type représente environ 1 % des accidents corporels n'impliquant pas de piéton recensés en France en milieu urbain. Ce scénario type se différencie à plusieurs égards des autres scénarios types concernant des manœuvres de remontées de files de véhicules. Tout d'abord, le présent scénario type concerne non pas des manœuvres de remontées d'une file de véhicules par la droite ou par la gauche mais des manœuvres de remontées de files entre deux files de véhicules arrêtés ou ralentis. D'autre part, les accidents relevant de ce scénario type semblent généralement se produire sur des infrastructures urbaines de périphérie comportant plusieurs voies pour chaque sens de circulation (de type autoroute urbaine ou de type voie pénétrante notamment).

La pauvreté des procédures des accidents constituant ce scénario type et le faible nombre de cas ne nous ont pas permis d'avoir une connaissance suffisamment fine du déroulement de ce type d'accident pour proposer une réflexion aboutie sur les possibilités de mesures de prévention. Les éléments mentionnés ci-dessous ne sont donc évoqués qu'à titre de pistes de réflexion.

Tout d'abord, il semble que toute disposition permettant une réduction de la vitesse de circulation entre files du deux-roues motorisé irait dans le sens d'une réduction de ce type d'accident. En effet, bien que ce soit le conducteur du véhicule changeant de file qui, dans l'erreur, provoque le basculement dans la situation accidentelle, le conducteur du deux-roues à moteur reste alors généralement le seul à pouvoir encore éviter l'accident. C'est pourquoi un niveau de vitesse plus faible du deux-roues fournirait à son conducteur davantage de temps pour effectuer une manœuvre d'urgence. La réduction de la largeur de la voie de circulation la plus à gauche (voire des deux voies les plus à gauche dans le cas de voies autoroutière comportant au moins trois voies de circulation) évoquée dans (Kinergos Conseil, 2001) ou l'utilisation de marquage à protubérances entre files de circulation pourraient par exemple être envisagées.



Figure 5 : Exemple de surlageur⁶¹ entre la troisième et la quatrième voie d'une autoroute urbaine favorisant des manœuvres rapides de circulation entre files par les deux-roues à moteur (*Cliché de l'auteur*)

Concernant la question parfois évoquée de l'opportunité pour la sécurité d'une officialisation des manœuvres de remontées entre files effectuées par les deux-roues motorisés⁶², on peut s'interroger sur les effets à attendre sur la sécurité d'une telle mesure. On peut penser qu'une telle mesure pourrait conduire à une généralisation de l'ensemble des comportements de remontées de files (à la fois entre files de véhicules mais aussi sur l'axe de la chaussée ou sur la partie droite de la chaussée) et engendrer ainsi une augmentation des accidents relevant des scénarios types 16, 17, 18 et 19 présentés ici.

8.7 Présentation détaillée du scénario type 19

Scénario type 19

(décrit sur la base de 2 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues à moteur (cyclomoteur dans un cas, motocyclette dans l'autre cas) **effectue à une heure où la circulation est dense, la remontée d'une file de véhicules arrêtés.** (par le centre de la chaussée dans un cas, par la droite en empruntant une bande cyclable dans l'autre cas). **Un véhicule sortant d'un accès riverain s'apprête à s'insérer dans la file de véhicules.**

Situation d'accident

Un véhicule de la file laisse le conducteur du véhicule s'engager. Le deux-roues, qui est non masqué et qui est dans le champ de vision du conducteur, n'est pas perçu puisque pas attendu (la voie étant occupée par une file de véhicules arrêtés). **Le conducteur engage alors sa manœuvre d'insertion alors que le deux-roues à moteur survient.**

⁶¹ Cette surlageur est par ailleurs accrue par un comportement de décalage vers la gauche des automobilistes de la quatrième voie afin faciliter la circulation entre file des deux-roues motorisés, particulièrement nombreux sur cet axe routier.

⁶² Voir par exemple, *Le Monde*, du 17 février 2006.

Situation d'urgence

Le conducteur du deux-roues à moteur n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence. Le conducteur de l'autre véhicule ne remarque pas la présence du deux-roues jusqu'au choc.

Situation de choc

Le deux-roues à moteur percute la partie avant du véhicule puis chute sur la chaussée (1 cas). Dans l'autre cas, le véhicule s'insérant, heurte le côté du deux-roues qui, déséquilibré, heurte deux véhicules de la file de véhicules avant de chuter au sol.

Facteurs accidentogènes :

- Largeur de chaussée importante sur une voie pénétrante urbaine (9 mètres de large hors stationnement) favorisant les manœuvres de remontées de files de véhicules effectuées par les deux-roues à moteur et cela en maintenant une vitesse relativement élevée (1 cas) ;
- aménagement d'une bande cyclable permettant au deux-roues à moteur de remonter le long d'une file véhicules à une vitesse relativement élevée (1 cas) et générant des problèmes d'attente, ce type de voie étant généralement peu circulée (1 cas) ;
- absence d'aménagement central sur une voie large bordée d'accès riverains favorisant les manœuvres rapides de remontées de files effectuées par les deux-roues à moteur (1 cas) ;
- faible perceptibilité des deux-roues motorisés (2 cas) ;
- expérience relativement limitée de la conduite pour le conducteur du véhicule s'insérant (2 cas : moins d'un an de permis dans un cas ; 3 ans de permis dans l'autre cas).

Autres éléments explicatifs :

- Faible encombrement et maniabilité des deux-roues à moteur leur permettant d'effectuer des manœuvres de remontées de files en maintenant une vitesse relativement élevée ;
- caractère inattendu de la présence d'un deux-roues effectuant la remontée de la file de véhicules, l'unique voie pour ce sens de circulation étant occupée par des véhicules arrêtés (1 cas) ;
- caractère inattendu et rare de la présence d'un deux-roues circulant sur une bande cyclable, le trafic dans ce type de voie étant sans doute faible à cet endroit (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans les deux cas, l'accident se produit à une heure de pointe à laquelle la circulation est dense ;
- dans un cas, le deux-roues à moteur effectue la remontée de la file de véhicules arrêtés par le centre de la chaussée et est percuté par un véhicule en provenance d'un accès situé sur sa gauche et s'insérant dans la file par une manœuvre de tourne à gauche. Par ailleurs, dans ce cas, le motocycliste perçoit le début de la manœuvre du véhicule et comprend son intention de s'insérer dans la file de véhicules mais pense avoir été perçu et pense que la conductrice va ralentir sa manœuvre à son approche ;
- dans l'autre cas, le deux-roues à moteur effectue la remontée de la file de véhicules arrêtés par la droite en empruntant une bande cyclable aménagée à cet endroit. Il entre alors en

- collision avec un véhicule en provenance d'un parking situé sur sa droite par rapport à son sens de progression et s'insérant dans la file par une manœuvre de tourne à droite ;
- dans la mesure où un conducteur de la file s'arrête pour laisser passer un conducteur provenant d'un accès riverain, il est probable que la décision de s'engager, de la part de ce dernier, est prise sous une certaine pression, ne favorisant pas une prise d'information circonspecte.

Facteurs de gravité :

- Grand âge et fragilité d'un cyclomotoriste (80 ans et 6 mois) ayant sans doute favorisé l'apparition de fractures (1 cas) ;

Dommmages corporels :

Dans l'un des deux cas, il s'agit d'un cyclomotoriste âgé souffrant d'érosions cutanées au genou droit, de douleurs diffuses au thorax, au dos, ainsi qu'aux membre inférieurs et d'une suspicion de fracture d'une côte, nécessitant une hospitalisation d'une journée puis un mois et demi en maison de cure.

Dans l'autre cas, le motocycliste présente une fracture du péroné de la jambe gauche, un traumatisme de l'épaule droite et des cervicalgies (L'I.T.T est dans ce cas de 30 jours).

Discussion

Ce scénario type est peu représenté puisqu'on peut estimer qu'il représente environ 0,4 % des accidents corporels sans piéton impliqué recensés en France en milieu urbain. Il se distingue du scénario type 17 au sens où ici le deux-roues effectue la remontée de la file de véhicules du même côté de la file par rapport au conducteur en attente de s'insérer. La file de véhicules ne constitue pas ici une obstruction à la visibilité entre les deux protagonistes.

Ce scénario type peut être interprété comme la manifestation d'attentes inappropriées de la part du conducteur souhaitant s'insérer dans la file, ce qui a sans doute conduit à la non détection du deux-roues. La voie de circulation est en effet occupée par une file de véhicules à l'arrêt ne présentant à priori pas de danger pour le conducteur souhaitant s'engager dans la file. Il est probable que lorsqu'un autre conducteur le laisse s'engager, la prise d'information soit relativement sommaire du fait de l'absence, a priori, de danger.

Il n'est pas possible sur la base de deux cas seulement de proposer une réflexion sur les possibilités de mesures de prévention. Néanmoins, il semble que les points concernant la mise en place d'aménagements centraux et la réduction de la largeur de chaussée développés pour les scénarios types 16 et 17 puissent être repris.

Chapitre 9 :

Présentation détaillée des scénarios types 20 à 24 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives

Ce chapitre présente en détail les scénarios types d'accidents 20 à 24, lesquels concernent tous des accidents impliquant au moins deux véhicules, se produisant dans des intersections équipées de feux tricolores et où généralement l'un des impliqués franchit un feu tricolore au rouge.

Le scénario type 20 met en évidence des accidents liés à une non perception (ou perception tardive) ou à une mauvaise interprétation de la présence ou de l'état d'un feu tricolore, conduisant un usager à franchir un feu tricolore au rouge puis à entrer en collision avec un ou plusieurs autres véhicules bénéficiant du feu vert.

Le scénario type 21 rassemble des cas d'accidents où un conducteur approche d'une intersection généralement importante et équipées de feux tricolores. A son approche, le feu tricolore affecté à son sens de circulation change de phase et passe au rouge. Pour différentes raisons (liées par exemple à dangerosité d'un freinage d'urgence sur chaussée mouillée pour un deux-roues motorisé ou à la crainte d'être percuté par l'arrière), le conducteur prend la décision (dans un court intervalle de temps) de s'engager dans le carrefour. Il entre alors en collision avec un ou plusieurs autres véhicules, en provenance d'une autre « branche » du carrefour, et bénéficiant du feu vert.

Les autres scénarios types d'accidents que nous décrivons dans ce chapitre, à savoir les scénarios types 22, 23 et 24, semblent d'après nos résultats, plus rares que les deux précédents. Le scénario type 22 concerne des accidents liés à l'arrêt d'un conducteur en aval d'un feu tricolore (lié par exemple à la gêne d'un véhicule arrêté sur la chaussée à hauteur d'un commerce situé à proximité du carrefour), arrêt qui ne lui permet pas de percevoir le passage du feu tricolore au rouge. Il entre alors en collision lorsqu'il redémarre avec un véhicule venant d'une autre « branche » et bénéficiant du feu au vert. Le scénario type 23 rassemble des accidents impliquant de jeunes conducteurs franchissant de façon volontaire un feu tricolore au rouge. Enfin, le scénario type 24 concerne des accidents se produisant dans

des carrefours équipés de feux tricolores ne fonctionnant pas ou fonctionnant au jaune clignotant.

Dans la mesure où la plupart de ces scénarios types mettent en jeu un franchissement de feu rouge, il a semblé préférable de regrouper les discussions relatives aux possibilités de prévention après la présentation de l'ensemble de ces scénarios types. En effet, une discussion générale relative aux potentialités de la répression des franchissements de feu rouge a semblé nécessaire, en préalable aux réflexions spécifiques à chaque scénario type.

9.1 Présentation détaillée du scénario type 20

Scénario type 20

(décrit sur la base de 10 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule généralement sur un axe urbain d'importance principale (9 cas : 6 cas de grandes artères urbaines, 2 cas de voies pénétrantes de grandes agglomérations, 1 cas de traversée d'agglomération) à l'approche d'une intersection équipée de feux tricolores. Le conducteur est souvent non local (5 cas, dont 4 cas où il est à la recherche de sa direction) et souhaite généralement poursuivre sa progression sur son axe de circulation initial (8 cas). Le feu tricolore est rouge pour son sens de circulation. Un véhicule 2 circule sur un axe perpendiculaire à celui du véhicule 1 (ou circule en sens inverse dans un cas) et s'apprête à s'engager dans l'intersection, le feu tricolore étant vert (7 cas) ou s'apprêtant à passer au vert (3 cas) pour son sens de circulation.

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 s'engage dans le carrefour sans remarquer la présence du feu tricolore (5 cas) ou sans percevoir à temps l'état du feu tricolore (5 cas : perception nulle ou très tardive de l'état des feux dans 4 cas, mauvaise interprétation de l'état des feux dans un cas) tandis que le véhicule 2, bénéficiant du feu vert, survient.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 effectue souvent un freinage d'urgence (5 cas). Il n'effectue aucune manœuvre d'urgence dans 4 cas. 1 cas reste indéterminé. Le conducteur du véhicule 2 n'a souvent pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (5 cas). Il effectue un déport latéral dans 1 cas ou accélère (1 cas). 3 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé pour le véhicule 1 (9 cas : 6 cas de grandes artères urbaines avec multiplicité des voies pour chaque sens de circulation ; deux cas de voies pénétrantes de grandes agglomérations

- avec plusieurs voies pour chaque sens de circulation séparées par un terre plein central ; 1 cas de voie traversant une petite agglomération (largeur de la chaussée : 10,80 m)) ;
- faible perceptibilité d'un feu tricolore implanté sur un poteau unique sur une infrastructure urbaine large, rectiligne, comportant plusieurs voies pour chaque sens de circulation (3 cas certains pour lesquels nous disposons de photos au sol des conditions d'approche, 3 cas restent incertains) ;
- continuité perceptive de la voie et faible perceptibilité de la présence d'une intersection (pas d'aménagement central par exemple, de refuge piéton, *etc.*) ayant contribué à une perception nulle ou tardive de l'intersection et/ou des feux tricolores par le conducteur du véhicule 1 (4 cas) ;
- visibilité mutuelle masquée ayant contribué à une perception mutuelle très tardive et ayant ainsi retardé la mise en œuvre d'une manœuvre d'urgence (3 cas : dans un cas, il s'agit d'un échafaudage implanté sur un immeuble à l'angle d'une intersection ; dans un autre cas, il s'agit d'un mur d'habitation, dans le dernier cas il s'agit du pilier d'un pont) ;
- ambiguïté dans le positionnement d'un feu tricolore (en fonctionnement) au milieu d'un carrefour vaste et peu après un premier feu au jaune clignotant (1 cas) ;
- absence d'aménagement central avec poteau de feu, dans une configuration de type voie de tourne à gauche avec phase spéciale pour le mouvement de tourne à gauche. Un tel aménagement aurait été de nature à éviter qu'un conducteur non local s'engageant dans le carrefour tourne soudainement à gauche (à la vue d'un panneau directionnel) pensant que le feu tricolore est également vert pour ce mouvement (1 cas) ;
- état de fatigue prononcé pour une conductrice effectuant un trajet routinier ayant contribué à la perception très tardive de l'état du feu tricolore (1 cas) ;
- alcoolémie élevée pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à la non perception de l'état d'un feu tricolore (1 cas) ;
- expérience limitée du conducteur du véhicule 1 ayant pu contribué à la non perception du feu tricolore (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Méconnaissance des lieux pour un conducteur non local (5 cas), cherchant dans certains cas (4 cas) sa direction ayant contribué à la non perception du feu tricolore ;
- grande habitude des lieux et du trajet pour le conducteur du véhicule 1 (effectuant dans deux cas un trajet domicile-travail) ayant pu contribuer à une conduite « automatique » et à une perception tardive de l'état du feu tricolore (3 cas) ;
- environnement urbain dense (présence, de nuit, de nombreuses enseignes lumineuses) ayant pu contribué à la non perception du feu tricolore (1 cas) ;
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (2cas).

Facteurs de gravité :

- Présence d'un muret à proximité de l'intersection (sur lequel est projeté le véhicule 2 après la collision avec le véhicule 1 et ayant provoqué son retournement (1 cas) ;
- jeune passagère arrière droite du véhicule non ou mal ceinturée occasionnant des blessures lors du retournement du véhicule (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Concernant certains cas pour lesquels il s'agit de l'état du feu tricolore qui est non perçu, les éléments suivants ont pour but d'apporter quelques précisions. Dans un cas, il s'agit d'une conductrice effectuant un trajet très routinier (trajet domicile-travail) à une heure matinale, dans un état de fatigue prononcé et circulant sur un axe urbain important dont la caractère prioritaire est très marqué. Bien qu'elle connaisse les lieux, elle ne percevra que très tardivement que le feu tricolore est rouge (début de phase rouge). Dans un autre cas, il s'agit d'un conducteur effectuant également un trajet très routinier (trajet domicile-travail), circulant de façon « automatique ». Lorsqu'un véhicule circulant à ses côtés freine, il s'aperçoit que le feu tricolore est au rouge et il engage un freinage d'urgence, qui, en raison d'une chaussée mouillée ne lui permettra pas d'éviter d'entrer en collision avec un véhicule provenant d'une autre branche du carrefour. Dans un autre cas, il s'agit d'un conducteur non local, à la recherche de sa direction et à l'approche d'un carrefour équipés de feux tricolores avec une voie de tourne à gauche et une phase spéciale pour le tourne à gauche. Le feu tricolore est au vert pour les usagers en mouvement direct. Il s'engage dans le carrefour lorsqu'au milieu de celui-ci, il aperçoit un panneau directionnel mentionnant la direction dans laquelle il souhaite se diriger. Il engage alors une manœuvre de tourne à gauche pensant que le feu tricolore est au vert et entre en collision avec un véhicule circulant en sens inverse et bénéficiant du feu vert. Dans un autre cas, le conducteur du véhicule 1 circule sur la voie la plus à gauche des deux voies de son sens de circulation à l'approche d'un carrefour à feux dont le feu tricolore est au vert pour les usagers tournant à gauche et dans lequel il souhaite aller tout droit. Son attention étant en partie consacrée à une discussion avec son passager, il ne perçoit que très tardivement que le feu tricolore pour les usagers en mouvement direct est rouge.

Domages corporels :

Les blessures sont bénignes à légères dans 7 cas. Il s'agit le plus souvent de plaies superficielles, de traumatismes légers, de contusions ou encore d'entorses bénignes. Dans 3 cas, les blessures sont en revanche plus graves. Dans un cas, il s'agit d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale accompagné de céphalées et de somnolences nécessitant une hospitalisation de deux jours. Dans un autre cas, les occupants du véhicule 1 souffrent de fractures (du sternum pour la passagère avant droite, de plusieurs côtes pour le conducteur). Enfin, dans le dernier cas, la conductrice du véhicule 1 est gravement blessée, notamment au visage (multiples fractures des os de la face, fracture de côtes) nécessitant une hospitalisation de huit jours.

9.2 Présentation détaillée du scénario type 21

Scénario type 21

(décrit sur la base de 10 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule sur une voie urbaine généralement d'importance principale (8 cas : 5 cas de grandes artères urbaines, 3 cas de voies pénétrantes), large, rectiligne, à l'approche d'une intersection équipée de feux tricolores. Le feu tricolore est en fin de « vert ». Un véhicule 2 circulant sur une voie perpendiculaire à celle du véhicule 1 est en attente du feu vert (7 cas) ou à l'approche de l'intersection (3 cas), et s'apprête à s'engager dans le carrefour.

Situation d'accident

Le feu tricolore de la voie du véhicule 1 passe au jaune puis au rouge, contraignant le conducteur à prendre une décision dans un intervalle de temps très court quant à son engagement ou non dans l'intersection. Compte tenu de l'inertie de son véhicule (2 cas certains de vitesse élevée ; 2 cas impliquant un poids lourd) et/ou de la dangerosité d'un freinage d'urgence (présence de véhicule(s) suivants le véhicule 1 dans au moins 2 cas ; caractère peu aisé d'un freinage d'urgence pour un conducteur peu expérimenté d'un deux-roues à moteur dans 3 cas, dont 1 cas sur chaussée mouillée ; 3 cas indéterminés), le conducteur prend la décision de s'engager dans l'intersection. Il se trouve alors confronté au véhicule 2, qui, bénéficiant du feu vert, s'engage dans le carrefour.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 entreprend souvent une manœuvre d'urgence (5 cas : 4 cas de freinage d'urgence, 1 cas de déport latéral). Dans un cas, le conducteur ne se rend compte de rien jusqu'à la collision (cas d'une collision avec un deux-roues à moteur). Les autres cas restent indéterminés. Le conducteur du véhicule 2 n'effectue le plus souvent aucune manœuvre d'urgence (7 cas). Dans un cas, il effectue un freinage d'urgence. Les cas restants sont indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Conditions d'approche favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés et ne permettant pas au conducteur d'adapter sa vitesse à l'évolution de la situation (passage du vert au jaune puis au rouge) (9 cas : infrastructure urbaine large, rectiligne, comportant le plus souvent plusieurs voies pour chaque sens de circulation) ;
- période de rouge de dégagement insuffisante (compte tenue de la géométrie du carrefour) entre deux branches perpendiculaires d'un carrefour à feux (2 cas certains : dans un cas, il s'agit d'un relevé effectué par les forces de l'ordre qui relèvent un délai de 3 secondes entre le passage au rouge sur la branche du véhicule 1 et le passage au vert sur la branche du véhicule 2 ; dans un autre cas, il s'agit d'un retour sur site qui a permis de relever un

- décalage de 3 secondes, ce qui est faible compte tenu du dimensionnement de ces carrefours). Cet élément a probablement eu une influence dans 5 autres cas. Un examen plus systématique des sites d'accidents serait néanmoins nécessaire pour conforter cette analyse ;
- visibilité en intersection masquée par de la végétation n'ayant sans doute pas permis au conducteur du véhicule 2 de détecter le véhicule 1 dans son champ de vision périphérique (2 cas) ;
 - jeune âge et inexpérience de la conduite d'un deux-roues à moteur, notamment en situation d'urgence (freinage d'urgence), ayant influencé le conducteur dans sa décision de ne pas entreprendre de s'arrêter et de s'engager dans le carrefour malgré le passage du feu tricolore au rouge (3 cas : âge des conducteurs : 2 cas de jeunes cyclomotoristes âgés respectivement de 14 ans et 4 mois et de 19 ans ; 1 cas de motocycliste ayant le permis depuis 1 an et 7 mois) ;
 - faible expérience de la conduite automobile (1 an de permis de conduire) pour le conducteur du véhicule 1, ayant limité ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuel passage du feu tricolore au rouge, n'ayant ainsi pas favorisé la réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection (1 cas) ;
 - alcoolémie élevée pour le conducteur du véhicule 1 ayant limité ses capacités de réaction à une évolution rapide de la situation (passage du vert au jaune puis au rouge) et ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite rapide et offensif (2 cas : 0,92 g/l ; 2 g/l) ;
 - conditions de travail des coursiers favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide (1 cas) ;
 - faible perceptibilité générale des deux-roues à moteur (3 cas) ;

Autres éléments explicatifs :

- Sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 2 lié au feu vert contribuant à l'absence de prise d'informations sur le trafic circulant sur l'axe traversé (10 cas : dont 3 cas où ce sentiment prioritaire n'a pas favorisé un ralentissement de sa vitesse à l'approche de l'intersection) ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin (dont 2 cas où le conducteur est en situation sociale et personnelle difficile, conduisant son véhicule à une heure tardive), favorisant l'adoption d'un style de conduite offensif (4 cas : âges des conducteurs : 14 ans ; 20 ans et 9 mois ; 26 ans ; 29 ans et 11 mois) ;
- instabilité d'un deux-roues à moteur lors d'un freinage d'urgence (notamment pour un conducteur peu expérimenté) et notamment sur une chaussée mouillée (1 cas) ayant influencé le conducteur dans sa décision de ne pas entreprendre un freinage d'urgence et de s'engager dans l'intersection, malgré le passage du feu tricolore au rouge (3 cas) ;
- chaussée mouillée n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 1 conduisant un deux-roues à moteur d'entreprendre un freinage d'urgence (1 cas) ;
- chaussée mouillée ayant provoqué l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas) ;
- inertie particulière d'un véhicule de type poids lourd ayant influencé le conducteur dans sa prise de décision de ne pas essayer un freinage d'urgence et de s'engager dans l'intersection malgré le passage du feu tricolore au rouge fixe (2 cas) ;
- inertie particulière d'un véhicule de type tramway, n'ayant pas permis, malgré le déclenchement du freinage d'urgence par le conducteur, l'arrêt de la rame en un temps suffisamment restreint pour éviter la collision (1 cas) ;

- longueur et encombrement d'un véhicule de type semi-remorque allongeant son temps de traversée d'un carrefour, notamment lors d'une manœuvre tournante (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Aggressivité d'un véhicule de type « camion de chantier » dans un choc, notamment avec un deux-roues à moteur (1 cas) ;
- panneau de signalisation implanté à l'angle d'une intersection et heurté par un cyclomotoriste consécutivement à la collision avec le véhicule 2 (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont bénignes à légères dans 5 cas. Il s'agit le plus souvent de traumatismes légers (incluant un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale dans un cas), de douleurs musculaires, de contusions, d'hématomes, de plaies peu profondes ou encore d'une entorse bénigne sans complication dans un cas. Les blessures sont plus graves dans 4 cas. Dans un cas, il s'agit d'une passagère d'une rame de tramway projetée dans la rame lors du choc et souffrant d'un traumatisme de la colonne vertébrale nécessitant un traitement orthopédique et de nombreuses séances de rééducation, avec probabilités de séquelles. Les trois autres cas impliquent tous des conducteurs de deux-roues à moteur. Dans un cas, il s'agit d'un cyclomotoriste souffrant d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale, d'une fracture ouverte de la cheville, d'une entorse ligamentaire du coude droit et de multiples contusions, nécessitant une hospitalisation de quatre jours et une I.T.T de 45 jours. Dans un autre cas, il s'agit d'un motocycliste souffrant d'une entorse grave du genou droit, d'une fracture bi malléolaire de la cheville droite avec arrachement de la malléole interne nécessitant une I.T.T d'au moins 75 jours. Enfin, dans le dernier cas, il s'agit d'un cyclomotoriste entrant en collision avec un camion de chantier et souffrant d'un grave traumatisme crânien avec coma d'emblée avec présence d'un œdème cérébral sans lésion expansive nécessitant une hospitalisation d'une durée indéterminée. Enfin, dans un cas, les informations relatives aux blessures sont lacunaires et ne permettent pas de se prononcer sur la gravité des lésions.

9.3 Présentation détaillée du scénario type 22

Scénario type 22

(décrit sur la base de 2 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 est arrêté en aval d'un feu tricolore (arrêt lié à une gêne par un véhicule stationné dans un cas, arrêt lié à un commerce situé au centre d'un vaste carrefour dans l'autre cas). Un véhicule 2 circulant sur un axe perpendiculaire à celui du véhicule 1 s'apprête à s'engager dans le carrefour, le feu tricolore étant vert.

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 redémarre sans percevoir l'état ou le changement de l'état du feu tricolore tandis que le véhicule 2, bénéficiant du feu vert, survient.

Situation d'urgence

Les deux conducteurs n'ont généralement pas le temps d'entreprendre une manœuvre d'urgence.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Visibilité mutuelle masquée (2 cas : dans un cas la visibilité est masquée par un véhicule utilitaire léger stationné à l'angle d'une intersection, son conducteur s'étant rendu dans un commerce situé à proximité ; dans l'autre cas, la visibilité est masquée par un immeuble) ;
- présence d'un commerce au centre d'un carrefour à feux relativement important et générant des arrêts fréquents au centre du carrefour (1 cas) ;
- présence d'un commerce (boulangerie) à l'angle d'une intersection équipées de feux tricolores favorisant le stationnement de véhicules sur la chaussée à l'angle de l'intersection et constituant d'éventuels masques à la visibilité (1 cas) ;
- voie urbaine large et rectiligne à l'approche d'une intersection équipée de feux tricolores contribuant à la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (1 cas) ;
- expérience limitée du conducteur du véhicule 1 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle changement de phase du feu tricolore (1 cas : antériorité du permis de conduire : 10 mois de permis de conduire).

Autres éléments explicatifs :

- Sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 2, lié au feu tricolore vert, n'ayant pas favorisé une réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection (2 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas, le conducteur du véhicule 1, en provenance d'une rue relativement étroite, s'engage au feu vert dans une intersection. Un véhicule stationné à l'angle de l'intersection et empiétant sur sa trajectoire le contraint à s'arrêter. Après un temps d'attente et s'apercevant que le conducteur n'est pas dans son véhicule, le conducteur manœuvre afin de s'engager dans l'intersection. Il s'engage dans l'intersection sans percevoir le passage du feu tricolore au rouge et entre en collision avec le véhicule 2 prioritaire, bénéficiant du feu vert.
- dans l'autre cas, le conducteur du véhicule 1 s'arrête au centre d'un vaste carrefour à feux afin de se rendre dans un commerce. Une fois son achat effectué, il redémarre et entre en collision avec un cyclomoteur initialement masqué et bénéficiant du feu vert.

Domages corporels :

Dans un cas, le conducteur du véhicule 2 est victime d'un traumatisme cervical et thoracique sans lésions osseuses radio-graphiquement visibles et nécessitant une I.T.T de six jours. Dans l'autre cas, l'information disponible est insuffisante (mais suggère des blessures légères, une I.T.T de six jours étant délivrée).

9.4 Présentation détaillée du scénario type 23

Scénario type 23

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un jeune conducteur d'un véhicule 1 (un cyclomoteur dans 2 cas, un véhicule léger dans 1 cas) circule sur une voie urbaine à l'approche d'une intersection équipée de feux tricolores. Le feu tricolore est rouge.

Situation d'accident

Le conducteur prend de l'information sur le trafic circulant sur l'axe prioritaire et franchit consciemment le feu tricolore au rouge. Il se retrouve alors confronté à un véhicule 2 bénéficiant du feu vert et non perçu lors de la prise d'information.

Situation d'urgence

Dans un cas, le conducteur du véhicule 1 freine tardivement. Dans un autre cas, il n'a pas le temps de réagir. Un cas reste indéterminé. Le conducteur du véhicule 2 entreprend un freinage d'urgence (1 cas). Les deux autres sont indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale (2 cas) ou fronto-frontale (1 cas).

Facteurs accidentogènes :

- Conditions d'approche (pour le véhicule 2) rapides favorisant la vitesse et ayant pu contribué à la non perception du véhicule 2 par le conducteur du véhicule 1 (1 cas) ;
- visibilité mutuelle masquée n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 1 de percevoir le véhicule 2 et n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 2 de détecter le véhicule 1 suffisamment tôt pour mettre en œuvre une manœuvre d'urgence (2 cas : dans un cas, la visibilité est masquée par un arbre et par un véhicule en attente au feu tricolore et dépassé par le véhicule 1 : dans l'autre cas, la visibilité est masquée par le mur d'un immeuble et par un véhicule arrêté au feu rouge et dépassé par le véhicule 1) ;
- largeur de chaussée relativement importante d'une voie en sens unique ayant permis à un conducteur de deux-roues à moteur de dépasser un véhicule arrêté à hauteur d'un carrefour à feux tout en maintenant une vitesse relativement élevée (1 cas : largeur de la voie : 4,10 m) ;
- absence de dispositif de type barrières se baissant lors du passage à niveau d'un tramway dans une intersection avec une voie automobile située en périphérie de ville (1 cas) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues à moteur (2 cas) ;
- phare avant d'un cyclomoteur non allumé de nuit n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 2 de le percevoir suffisamment tôt pour mettre en œuvre une manœuvre d'urgence (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge d'un conducteur de sexe masculin (accompagné dans deux cas d'un(e) ami(e)) ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite démonstratif et ayant favorisé le passage de façon volontaire au feu rouge (3 cas : âge des conducteurs : 18 ans et 3 mois ; 24 ans ; 28 ans) ;
- sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 2 lié au feu vert n'ayant pas favorisé la réduction de sa vitesse à l'approche de l'intersection (3 cas) ;
- contexte du trajet (véhicule de secours, trajet urgent) ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé à l'approche de l'intersection et ayant incité le conducteur à emprunter sur une courte section une voie à contresens (du fait de la présence de véhicules arrêtés à un feu tricolore), surprenant le conducteur du véhicule 1 qui ne s'attendait pas à voir un véhicule circulant dans ce sens (1 cas) ;
- inertie particulière d'un véhicule de type tramway n'ayant pas permis à son conducteur de s'arrêter en un temps suffisamment court pour éviter la collision (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Agressivité d'un véhicule de type tramway lors d'une collision, notamment avec un deux-roues (1 cas) ;

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Prise d'information sommaire sur le trafic circulant sur l'axe prioritaire, le conducteur du véhicule 1 prenant de l'information tout en poursuivant sa progression (3 cas) ;
- dans un cas, le conducteur du véhicule 1 s'engage dans le carrefour et effectue une manœuvre de tourne à gauche sans percevoir un véhicule circulant en sens inverse ; dans un autre cas, il s'agit d'un cyclomoteur s'engageant au feu rouge dans un carrefour traversé au centre par une voie de tramway et entrant en collision avec une rame de tramway venant de sa gauche et initialement masquée ; dans le dernier cas, il s'agit d'un cyclomotoriste s'engageant dans un carrefour tout en prenant de l'information et percutant un véhicule de secours survenant sur sa droite et circulant à contresens dans le carrefour.

Domages corporels :

Les blessures sont légères dans deux cas. Il s'agit de traumatismes légers (crâniens notamment, avec perte de connaissance initiale mais sans conséquence), de contusions, d'hématomes, d'érosions cutanées. Des blessures sérieuses sont constatées dans un cas. Il s'agit du passager d'un cyclomoteur entrant en collision avec un véhicule de type tramway et retombant sur les rails. L'examen médical relèvera une fracture ouverte de la jambe gauche nécessitant sept jours d'hospitalisation, une intervention chirurgicale et au mois trois mois d'I.T.T.

9.5 Présentation détaillée du scénario type 24

Scénario type 24

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule à une heure le plus souvent tardive ou matinale sur une voie urbaine d'importance principale (artère urbaine dans les trois cas) à l'approche d'une intersection équipée de feux tricolores. Les feux tricolores sont au jaune clignotant (2 cas) ou ne fonctionnent pas (1 cas) et le régime de priorité s'appliquant par défaut est le régime de priorité à droite. Le conducteur du véhicule 1, qui n'est pas prioritaire dans l'intersection, souhaite franchir le carrefour et poursuivre sa progression. Un véhicule 2, prioritaire, circule sur un axe perpendiculaire à celui du véhicule 1 et s'apprête à s'engager dans le carrefour.

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule 1 s'engage dans le carrefour et perçoit tardivement le véhicule 2, initialement masqué, qui survient sur sa droite.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 effectue un freinage d'urgence dans un cas ; donne un coup de volant dans l'autre cas. Dans le dernier cas, il n'a pas le temps de réagir. **Le conducteur du véhicule 2 n'a pas le temps d'entreprendre une manœuvre d'urgence.**

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Non fonctionnement ou fonctionnement au jaune clignotant des feux tricolores sur une voie urbaine importante (3 cas) ;
- conditions d'approche rapides ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé pour le véhicule 1 (3 cas : il s'agit dans les trois cas d'axes urbains importants, comportant 2 voies pour chaque sens de circulation dans deux cas et deux voies pour le sens de circulation du véhicule 1 et une voie pour les véhicules circulant en sens inverse dans le dernier cas) et pour le véhicule 2 (1 cas : cas d'une artère urbaine comportant 3 voies pour le sens de circulation du véhicule 2 et une voie pour les véhicules circulant en sens inverse) ;
- visibilité mutuelle masquée par des véhicules en stationnement et une « armoire » électrique dans un cas, par un immeuble dans un cas, par un immeuble, un arbre et un panneau publicitaire dans le dernier cas ;
- expérience relativement faible pour le conducteur du véhicule 1 ayant limité ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle présence d'un véhicule prioritaire, malgré l'heure tardive (1 cas : 2 ans et 6 mois de permis de conduire) ;
- faible expérience de la conduite pour le conducteur du véhicule 2 ayant favorisé un attachement relativement rigide au statut prioritaire et par conséquent un engagement relativement rapide dans l'intersection (1 cas : antériorité du permis de conduire : 1 mois).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge d'un conducteur de sexe masculin, accompagné d'un ami dans la nuit de samedi à dimanche ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite rapide et démonstratif (1 cas : conducteur âgé de 21 ans et 4 mois) ;
- sentiment prioritaire marqué pour le conducteur du véhicule 2 ayant contribué à un engagement assez rapide dans l'intersection (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans deux cas, le conducteur du véhicule 1 ne semble pas ralentir à l'approche de l'intersection et prend de l'information sur l'axe prioritaire tout en maintenant sa vitesse. Il ne percevra que très tardivement le véhicule 2, initialement masqué.

Domages corporels :

Les blessures sont bénignes à légères dans deux cas. Dans un cas le conducteur du véhicule 1 est transporté à l'hôpital pour une plaie peu profonde au front. Dans un cas, la conductrice du véhicule 1 souffre d'un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale, de cervicalgies et de lombalgies, nécessitant une I.T.T. de sept jours. Dans le dernier cas, l'information disponible est insuffisante.

Discussion

La plupart des scénarios types présentés ci-dessus, à l'exception du scénario type 24, mettent en jeu un franchissement du feu rouge. Ce constat amène naturellement à s'interroger sur les potentialités des mesures de répression de tels franchissements. Nous présentons ci-dessous à ce sujet une brève revue de littérature que nous empruntons à Brenac *et al.* (2003). Cependant l'examen plus précis de ces scénarios types montre que leurs contextes et leurs conditions de déroulement sont en fait clairement différenciées, et suggèrent des pistes d'action finalement bien spécifiques : nous présentons donc ensuite, de façon successive, les perspectives de prévention pour chacun de ces scénarios types.

Les potentialités du renforcement de la répression des franchissements de feu rouge

Les éléments qui suivent, y compris les notes de bas de page, sont extraits de Brenac *et al.* (2003) :

"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 installation⁶³.

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 Kyrychenko, 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 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

⁶³ 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.

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'accidents⁶⁴ (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 délibérer⁶⁵. 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 de la mise en place de systèmes de photographie et de contrôle/sanction automatique des franchissements)⁶⁶.

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." (Brenac et al., 2003, pp. 115-118).

Les potentialités de l'accentuation de la répression des franchissements de feux rouges par des moyens automatisés paraissent donc *a priori* beaucoup plus limitées que dans le domaine du contrôle des vitesses (Brenac, 2004) où l'automatisation de la chaîne contrôle sanction ne

⁶⁴ 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'usagers), 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 ».

⁶⁵ Du latin *deliberare*, qui signifie « réfléchir mûrement ».

⁶⁶ 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.).

résout cependant pas entièrement le problème du manque de durabilité des effets des stratégies répressives (même référence).

Perspectives de prévention pour le scénario type 20

Problèmes de sécurité identifiés

Dans ce scénario type le franchissement du feu rouge est non délibéré et lié à une perception nulle ou tardive de la présence de feux tricolores (cas d'usagers non locaux, parfois en recherche de direction), à une perception nulle ou tardive de l'état des feux tricolores (résultat d'un examen tardif ou sommaire de l'état des feux sur un trajet routinier par exemple), ou plus rarement à une interprétation erronée de l'état des feux (confusion entre signaux de feu concernant le mouvement direct et le mouvement tourne-à-gauche par exemple).

Des conditions d'approche rapides, "roulantes", favorisant une vitesse relativement élevée et pouvant donner à penser que le trafic automobile y est privilégié par rapport à celui des voies sécantes, ne favorisent pas un prélèvement d'information efficace et précoce sur la présence d'intersections ou de pertes de priorités en aval, et réduisent le temps disponible pour analyser la situation rencontrée.

La faible perceptibilité de l'intersection (absence d'îlot, de refuge, maintien de voies directes nombreuses, etc.), la faible perceptibilité des signaux de feux eux-mêmes (en limite de champ visuel sur des infrastructures larges) favorisent également une détection ou un prélèvement d'information trop tardifs.

Enfin, la complexité ou l'ambiguïté d'aménagements de carrefours trop vastes favorisent les erreurs d'interprétation relatives au fonctionnement ou à l'état des feux.

Objectifs à rechercher

En liaison avec les problèmes qui viennent d'être décrits, et plus généralement avec la description plus complète du scénario type 20, les objectifs qui suivent peuvent être mentionnés :

- la réduction des vitesses et la remise en cause de l'image excessivement favorable au trafic automobile de la section ou de l'axe précédant l'intersection,
- le renforcement de la prégnance de l'intersection dans l'environnement (renforcement de la lisibilité de l'intersection), et le renforcement de la perceptibilité des signaux de feu,
- la réduction de l'étendue et de la complexité des intersections à feux.

Principes d'aménagement

Le premier objectif pourrait être atteint par l'emploi de techniques de traffic-calming et de renforcement de la lisibilité des usages locaux de l'espace public et de la voirie (CETUR, 1989 ; CERTU, 1990 ; CERTU, 1994). Le second renvoie davantage aux techniques d'aménagement des intersections : mise en place d'îlots centraux ou refuges piétons renforçant la perception de l'intersection, et dont les effets positifs sur l'ensemble des accidents ont été montrés (Elvik et Vaa, 2004), réduction du nombre de voies, déjà évoquée pour plusieurs

scénarios types, et dont l'importance pour la sécurité des intersection à feux est attestée par de nombreuses études dont celle de Hall (1986 ; voir aussi : SETRA, CETUR, 1992), étude de la signalisation tricolore (type et positionnement des signaux, mise en place de signaux répétés, de potences de feux). Le troisième objectif renvoie aussi aux règles de l'art sur l'aménagement des intersections, la recherche d'aménagements d'intersection compacts et simples étant recommandée, et justifiée sur la base de diverses études, dans la référence SETRA CETUR 1992 notamment.

Perspectives de prévention pour le scénario type 21

Problèmes de sécurité identifiés

Le principal problème de sécurité identifié pour ce scénario type tient à la conjonction de vitesses élevées, que l'on observe souvent sur les grands axes urbains, et de la présence de feux tricolores, produisant des changements d'état (passage du vert au jaune puis au rouge) difficiles à gérer pour un conducteur roulant vite et situé à faible distance de l'intersection, ces difficultés pouvant être augmentées par la présence proche de véhicules sur l'arrière. Dans de telles situations, le franchissement du feu, souvent en début de rouge, résulte d'une décision 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*" (Brenac et al., 2003, p. 117) comme nous l'avons vu plus haut.

Un autre problème est également relevé dans ce scénario type : l'insuffisance du temps de rouge de dégagement dans certains carrefours relativement vastes. De ce fait, lorsqu'un premier usager franchit le feu en début de rouge dans les conditions que nous venons d'évoquer, le risque de collision, en fin de traversée de carrefour notamment, avec un usager ayant démarré au vert sur la voie perpendiculaire est accru.

Objectifs à rechercher

La réduction des vitesses, en amont et dans l'intersection elle-même, apparaît donc comme le principal objectif à poursuivre pour la prévention de ce scénario type.

Un deuxième objectif à rechercher est d'améliorer la cohérence entre le mode de fonctionnement des feux, notamment concernant les marges temporelles de sécurité (temps de jaune et de rouge de dégagement notamment), et les conditions effectives d'utilisation de l'espace, liées notamment au dimensionnement du carrefour.

Principes d'aménagement

La modération des vitesses sur les sections précédant les carrefours à feux peut être obtenue par l'application de techniques de traffic-calming, prenant place éventuellement dans des démarches plus globales de requalification de la voirie et de l'espace public (CETUR, 1989 ; CETUR, 1990 ; CERTU, 1994 ; Jørgensen, 1992). La mise en place d'aménagements de modération des vitesses sur le site même de l'intersection (de type "plateau", par exemple) peut être également envisagée en complément.

Concernant le second objectif mentionné, la robuste étude (essai randomisé) de Retting et al. (2002) montre qu'un réexamen et un redimensionnement des temps de jaune et de rouge de dégageant en fonction de la géométrie des carrefours conformément aux règles de l'art (en l'occurrence les règles de calcul recommandées par l'Institute of Traffic Engineers) conduit à une réduction relativement modeste des nombres d'accidents (réduction de 12 % de l'ensemble des accidents corporels sur les sites traités, par rapport aux sites témoins) mais statistiquement significative ; une réduction plus forte (37 %) est obtenue pour les accidents impliquant des piétons ou des bicyclettes.

Perspectives de prévention pour le scénario type 22

Il est difficile de proposer une réflexion générale sur les moyens de prévention concernant ce scénario type, qui n'est documenté ici que sur la base de deux cas. Il apparaît que ces accidents résultent de situations d'arrêt dans la zone du carrefour à feu, qui font que certains véhicules entrent au vert dans le carrefour, puis, s'arrêtant ou retardés dans leur progression, poursuivent leur progression sans se rendre compte que le feu est passé au rouge. Dans les cas étudiés ici, ces arrêts semblent liés à la présence de commerces, mais bien entendu d'autres situations sont possibles (arrêt lié à la congestion, à un accident matériel, etc.), qui ont pu être observées sur d'autres corpus d'accidents. Un objectif pourrait être de clarifier le fonctionnement de ces carrefours du point de vue des pratiques d'arrêt liés aux activités riveraines. L'organisation et l'aménagement de possibilités d'arrêt ou de stationnement clairement situées en amont des lignes d'effet des feux (et n'occasionnant pas non plus de gêne concernant la visibilité des signaux tricolores), pourraient constituer un principe d'action. Ces quelques éléments restent bien sûr à étudier et à compléter, sur la base notamment de l'analyse d'un plus grand nombre de cas.

Perspectives de prévention pour le scénario type 23

La même réserve doit être formulée ici, ce scénario type n'étant documenté que sur la base de 3 cas. Le franchissement du feu rouge est ici conscient. Il peut être favorisé cependant par des conditions d'approche rapide (1 cas sur 3). Il concerne plus particulièrement des cyclomotoristes (2 cas sur 3), le gabarit de leur véhicule les incitant en général à des comportements de conduite très fluides — remontée de file, dépassement, franchissement de carrefour "dans la foulée" dès l'arrivée sur les lieux, etc. — et l'absence de perspective de retrait de permis de conduire les amenant parfois à négliger les règles du code de la route. Le protagoniste (usager ayant le feu vert) est desservi par son "sentiment prioritaire" résultant de l'état des feux, qui ne favorise pas la réduction de la vitesse ni l'anticipation d'un conflit. Deux objectifs peuvent être évoqués : l'amélioration du respect de la signalisation tricolore, et la réduction générale des vitesses, qui favoriserait notamment l'évitement du choc par le protagoniste. Le respect de la signalisation tricolore pourrait être amélioré au moyen d'actions de répression, mais pourrait sans doute être également augmenté par la modération des vitesses sur la voie concernée (voir les développements présentés plus haut). La réduction générale des vitesses, de nature à accroître également les possibilités d'évitement de la collision par le protagoniste prioritaire, peut être obtenue par des techniques de traffic-calming déjà évoquées notamment pour le scénario type 21. Ces quelques éléments de

réflexion devraient être bien entendu consolidés, en s'appuyant notamment sur un plus grand nombre de cas.

Perspectives de prévention pour le scénario type 24

Ce scénario type, qui concerne les situations où les feux fonctionnent au jaune clignotant ou sont en panne, n'est également décrit que sur la base de trois cas. L'étude d'un plus grand nombre de cas serait nécessaire pour fonder une réflexion sur la prévention. Cependant deux des trois cas étudiés suggèrent que la compréhension tardive de la situation et du régime de priorité, liée à ces modes de fonctionnement des feux, joue un rôle majeur dans ce scénario type. Dans un tel contexte, les développements présentés dans SETRA CETUR 1992 (p. 233), concernant "le fonctionnement au jaune clignotant à certaines heures (de nuit en général)" paraissent pouvoir être repris ici concernant les possibilités de prévention attachées à ce scénario type :

"L'effet négatif de ce mode de fonctionnement [jaune clignotant] est marqué (CETE Normandie-Centre 1981, en cohérence avec d'autres études citées par Jouineau, 1985), vraisemblablement du fait de la mauvaise compréhension du régime de priorité dans cette situation. Ce type de fonctionnement est donc à éviter.

On a montré d'autre part que, lorsqu'une signalisation de priorité est adjointe aux feux, et que les feux sont au clignotant, les temps d'analyse et de réaction sont fortement augmentés par rapport au cas d'une signalisation de priorité seule (et même dans le cas de jeunes conducteurs connaissant bien les règles). Les mêmes tendances sont observées avec les mêmes dispositions mais feux éteints (CETE Normandie-Centre, 1988). Il semble donc recommandable d'éviter également le fonctionnement feux éteints, et de limiter le plus possible la fréquence et la durée des pannes." (SETRA, CETUR, 1992, p. 233).

Chapitre 10 :

Présentation détaillée des scénarios types 25 à 28

Ce chapitre présente en détail les scénarios types d'accidents 25 à 28 qui rassemblent tous des accidents se produisant majoritairement entre véhicules circulant dans le même sens et dans la même file de circulation. Les scénarios types 25 et 26 semblent d'après nos résultats rendre compte d'accidents relativement fréquents sur le réseau de circulation urbain français puisqu'on peut estimer qu'ils représentent à eux deux environ 11 % des accidents corporels sans piéton impliqué recensés en agglomération en France par les forces de l'ordre. Ils concernent par ailleurs tous les deux des infrastructures urbaines généralement importantes. Le scénario type 25 rassemble des accidents où un conducteur a une évaluation ou une compréhension erronée de l'état de la circulation en aval qui engendre un contrôle insuffisant de sa vitesse par rapport aux véhicules arrêtés ou fortement ralentis en aval. Le scénario type 26 regroupe des cas d'accidents se produisant souvent dans des conditions de trafic denses et où un conducteur circulant dans une file de véhicules est confronté à un ralentissement des véhicules le précédant.

Les scénarios types 27 et 28, plus minoritaires, sont également présentés dans ce chapitre. Le scénario type 27, construit sur la base de quatre cas, décrit des accidents liés à un événement extérieur (comme par exemple un piéton s'engageant de façon soudaine sur la chaussée) contraignant un conducteur à freiner brusquement, freinage qui surprend le conducteur le suivant et qui le percute. Le scénario type 28 rassemble des accidents de type collision par l'arrière entre deux véhicules approchant d'une intersection réglementée par cédez-le-passage, le second conducteur prenant de l'information sur le trafic prioritaire et n'anticipant pas l'arrêt du premier véhicule.

Notons que les scénarios types présentés dans ce chapitre ne font pas l'objet d'une discussion relative aux possibilités de mesures de prévention. Ces travaux sont actuellement en cours d'achèvement et feront l'objet d'un rapport INRETS publié à la fin de l'année 2006.

10.1 Présentation détaillée du scénario type 25

Scénario type 25

(décrit sur la base de 30 cas)

Situation de conduite

Un véhicule circule sur une voie urbaine généralement d'importance principale (26 cas, dont 18 cas d'artères urbaines, 5 cas de voies importantes pénétrant ou traversant une agglomération, 2 cas d'autoroutes urbaines, 1 cas de voie principale située en périphérie) **comportant en général plusieurs files pour son sens de circulation** (18 cas) **ou deux voies larges** (7 cas : largeur totale allant de 7,20 m à 11,60 m) **et le plus souvent à l'approche d'une intersection** (17 cas : dont 14 cas où il s'agit d'intersections équipées de feux tricolores). **Un ou plusieurs véhicules sont arrêtés en aval** (à un feu tricolore dans 14 cas, à un cédez le passage dans un cas ou arrêt lié à une manœuvre de stationnement dans 5 cas, de tourne à gauche en direction d'un accès ou d'une autre rue dans 4 cas, ou lié à la densité du trafic dans 5 cas).

Situation d'accident

Le conducteur du véhicule ne perçoit l'arrêt de ce ou ces véhicules que tardivement et s'en approche en maintenant une vitesse trop élevée. L'attention qu'il consacre à la circulation en aval est souvent faible (14 cas certains, dont 10 cas où son attention est focalisée sur une autre tâche : contrôle du trafic dans le rétroviseur (2 cas), sur une autre voie en intersection (2 cas) par exemple. Pour la description des autres types de tâche ou activité rencontrés dans les cas, voir plus loin « Autres aspects »).

Situation d'urgence

Le conducteur effectue le plus souvent un freinage d'urgence (15 cas, dont 2 cas où le freinage d'urgence est combiné à un déport latéral). Il n'effectue aucune manœuvre d'urgence dans 12 cas. 3 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Le véhicule percute frontalement l'arrière du véhicule qui le précède (29 cas) **ou un obstacle** (1 cas : cas d'un déport latéral).

Facteurs accidentogènes :

- Infrastructure urbaine rectiligne, large, comportant le plus souvent plusieurs files pour le même sens de circulation ayant favorisé une vitesse relativement élevée et n'ayant pas permis au conducteur de disposer d'une distance suffisamment importante pour réduire sa vitesse dès que l'arrêt du ou des véhicule(s) en aval a été perçu (24 cas) ;
- faible perceptibilité de la présence d'un feu tricolore (feu tricolore sur support unique, absence de potence) et d'une intersection (absence d'îlot par exemple, continuité perceptive) sur une artère urbaine comportant trois voies pour le même sens de circulation n'ayant pas favorisé une anticipation par le conducteur de l'arrêt d'un ou plusieurs véhicules en aval (5 cas, dont 2 cas impliquant un conducteur non local) ;

- absence de voie de tourne à gauche : la présence d'une voie de tourne à gauche aurait sans doute permis d'éviter l'accident dans deux cas ;
- caractère ambigu de la succession rapprochée de deux feux tricolores sur une artère urbaine (le premier feu tricolore étant au feu vert) n'ayant pas favorisé l'anticipation par le conducteur de l'arrêt d'un véhicule en aval (1 cas) ;
- visibilité en aval non optimale du fait de la présence d'une courbe précédant une intersection n'ayant pas permis au conducteur de détecter le véhicule arrêté en aval (3 cas) ;
- vaste carrefour giratoire favorisant des vitesses d'entrée trop élevées et non compatibles avec des besoins de prise d'information à la fois sur le trafic sur l'anneau et sur le trafic en aval sur la zone d'entrée (1 cas) ;
- jeune âge et/ou expérience relativement limitée de la conduite automobile pour le conducteur (14 cas : pas de permis de conduire dans un cas ; antériorité du permis de conduire dans les autres cas : 1 mois ; 6 mois ; 1 an ; 1 an et 5 mois ; 2 ans ; 2 ans et 6 mois dans 2 cas ; 2 ans et 8 mois ; 3 ans ; 3 ans et 7 mois ; 4 ans et 2 mois ; dans les deux derniers cas, il s'agit de cyclomotoristes de 14 ans et 16 ans) ;
- conditions de travail des coursiers favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide (1 cas) ;
- véhicule ou motocyclette puissante favorisant la pratique d'un niveau de vitesse élevé (4 cas) ;
- feux stop non allumés d'un véhicule arrêté en section courante en attente d'une place de stationnement ayant favorisé une interprétation erronée sur sa progression, la conductrice survenant de l'arrière le considérant comme circulant (1 cas⁶⁷).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge d'un conducteur de sexe masculin (accompagné dans deux cas de camarades à bord de son véhicule) ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite rapide, démonstratif (8 cas : âge du conducteur : 16 ans ; 22 ans ; 23 ans ; 23 ans ; 25 ans ; 27 ans ; 27 ans ; 33 ans) ;
- chaussée mouillée ayant provoqué l'échec d'un freinage d'urgence (4 cas) ;
- conditions de visibilité non optimale (pluie forte), ayant pu favoriser la non perception de l'arrêt du véhicule en aval (3 cas) ;
- méconnaissance des lieux pour un conducteur n'ayant pas favorisé la perception de la présence d'un feu tricolore et d'une intersection (2 cas) ;
- grande habitude du trajet pour le conducteur ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé et un niveau d'attention sur le trafic en aval relativement faible (1 cas) ;
- caractère inattendu de l'arrêt de véhicules en aval en section courante sur une infrastructure urbaine importante (1 cas : arrêt lié à un véhicule en aval en attente de tourner à gauche en direction d'un accès) ;
- arrêt à une heure tardive d'un véhicule sur la voie de gauche d'une artère urbaine comportant trois voies pour le même sens de circulation, ayant pu contribuer pour le conducteur à le considérer comme circulant (1 cas) ;

⁶⁷ Il est possible que cet élément ait joué un rôle dans d'autres cas. Mais le recours aux données de type procès verbaux d'accidents ne nous a pas permis pas de statuer sur l'influence de cet élément dans le déroulement de l'ensemble des accidents relevant de ce scénario type.

- existence d'une contrainte temporelle pour le conducteur ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas) ;
- inertie particulière d'un poids lourd n'ayant pas permis un arrêt en un temps suffisamment court pour éviter la collision (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Présence de potelets en béton en bordure d'une voie urbaine roulante et heurtés par un véhicule dont le conducteur donne un coup de volant pour éviter un véhicule arrêté en aval dans la même file de circulation (1 cas) ;
- agressivité d'un poids lourd en cas de collision (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Attention focalisée sur une tâche ou une activité en rapport ou non avec la conduite (14 cas : dans deux cas, l'attention du conducteur est focalisée sur le contrôle du trafic dans le rétroviseur ; dans un autre cas, l'attention du conducteur est captée par un véhicule circulant sur une file adjacente ; dans un cas, l'attention d'un cyclomotoriste est momentanément focalisée sur un piéton venant de traverser devant lui ; dans deux autres cas, l'attention du conducteur est focalisée sur un véhicule s'apprêtant à quitter une place de stationnement ou en provenance d'une autre rue, le conducteur craignant qu'il s'insère devant lui ; dans deux cas, l'attention du conducteur est consacrée à la recherche d'un ami/parent avec qui le conducteur a rendez-vous ; dans un cas, le conducteur est à l'approche d'un vaste carrefour giratoire. A l'approche de celui-ci, il prend de l'information sur le trafic circulant sur l'anneau. L'entrée très tangentielle le contraint à en partie se retourner et à momentanément quitter des yeux le trafic en aval. Il ne perçoit alors que très tardivement le véhicule arrêté devant lui ; dans un cas, il s'agit d'un cyclomotoriste qui pour se protéger du froid et de la pluie baisse la tête ; dans quatre cas, la nature de l'activité ou de la tâche sur laquelle l'attention du conducteur est focalisée est indéterminée mais le conducteur déclare être peu attentif).

Domages corporels :

Les blessures sont le plus souvent bénignes (17 cas). Il s'agit le plus souvent de légers traumatismes, contusions, au rachis cervical notamment. Dans 6 cas, les blessures sont plus graves. Trois de ces cas impliquent un deux-roues à moteur. Dans deux cas, il s'agit d'un cyclomotoriste percutant frontalement un véhicule arrêté en aval. Un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale est constaté ainsi que plusieurs fractures. La durée d'hospitalisation est indéterminée mais l'I.T.T est au moins de 80 jours dans un cas et de 90 jours dans l'autre cas. Dans le troisième cas, il s'agit d'un motocycliste circulant à une vitesse élevée (vitesse initiale au moins égale à 75 km/h d'après les traces) et percutant un véhicule stationné en pleine voie et sans conducteur. Le motocycliste est hospitalisé 17 jours pour de multiples fractures dont une fracture ouverte à la jambe droite. Dans un autre cas, il s'agit d'un véhicule léger percuté par un poids lourd. La conductrice sera hospitalisée trois jours, notamment pour un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale. Enfin, les deux autres cas n'impliquent que des véhicules légers. La gravité est néanmoins relativement importante puisque de multiples fractures sont constatées dans deux cas et un traumatisme des

vertèbres cervicales C5 et C6 accompagné de cervicalgies intenses dans l'autre cas. Dans sept cas, l'information disponible est insuffisante.

10.2 Présentation détaillée du scénario type 26

Scénario type 26

(décrit sur la base de 20 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule sur un axe urbain généralement d'importance principale (16 cas, dont 6 cas d'artères urbaines, 5 cas d'autoroutes urbaines, 3 cas de voies importantes pénétrant ou traversant une agglomération, 2 cas de voies principales situées en périphérie) comportant en général plusieurs files pour son sens de circulation (13 cas) ou 2 voies larges (4 cas). Le trafic est le plus souvent dense (11 cas) et le conducteur du véhicule 1 suit à une distance généralement faible un autre véhicule (véhicule 2) circulant devant lui dans la même file de circulation.

Situation d'accident

Le ou les véhicule(s) circulant en aval freine(ent), ralentissement le plus souvent lié aux conditions de fort trafic (10 cas) (conditions parfois combinées à un contexte particulier : accident en aval (2 cas), rétrécissement du nombre de voies (1 cas), jonction de deux autoroutes (1 cas), sortie d'autoroute (1 cas)) ou lié à la présence en aval d'un feu tricolore au rouge (3 cas) ou passant au rouge (2 cas) ou à l'orange (2 cas). (Dans les cas restants, le ralentissement est lié à un cédez le passage en aval (1 cas), à l'arrêt en aval d'un autocar sur une voie située en périphérie de ville (1 cas) ou lié au croisement de deux véhicules sur une voie étroite (1 cas)).

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 entreprend généralement un freinage d'urgence (14 cas) ou un déport latéral (1 cas). Dans un cas, il ne perçoit pas le ralentissement avant le choc. 4 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Le véhicule 1 percute frontalement l'arrière du véhicule 2 (19 cas) ou un véhicule circulant dans une autre file de circulation (1 cas : cas d'un déport latéral).

Facteurs accidentogènes :

- Voie urbaine large, comportant généralement plusieurs files pour le même sens de circulation favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (10 cas) ;
- visibilité en aval masquée n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 1 de percevoir la présence d'un ralentissement en aval (7 cas : dans un cas la visibilité est masquée par un virage et un terre plein central, dans un cas la visibilité est masquée par le profil en long ; dans les cinq autres cas par le véhicule précédent le véhicule 1, de type véhicule utilitaire léger dans deux cas) ;

- faible perceptibilité d'un feu tricolore (implanté sur poteau unique, absence de potence) n'ayant pas favorisé l'anticipation par le conducteur du véhicule 1 d'un éventuel arrêt en aval (2 cas) ;
- aménagement d'un arrêt d'autocar (autocar assurant une liaison interurbaine) derrière une côte et dans une zone peu urbanisée située en périphérie de ville générant un ralentissement sur un axe rapide, ralentissement peu anticipable en ces lieux (1 cas) ;
- absence d'accotement revêtu (bande dérasée de gauche) suffisant entre un terre plein central et la voie la plus à gauche d'une autoroute urbaine n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 1 d'éviter par la gauche le véhicule freinant en aval (1 cas) ;
- alcoolémie relativement élevée pour le conducteur du véhicule 1 ayant sans doute contribué à retarder la mise en œuvre d'une manœuvre d'urgence (1 cas) ;
- jeune âge et/ou expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule 1 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur un éventuel ralentissement en aval (4 cas : antériorité du permis de conduire : 1 an et 11 mois ; 2 ans et 1 mois ; dans les deux autres cas il s'agit de cyclomotoristes âgés de 16 ans et 17 ans) ;
- véhicule puissant ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (2 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Voie autoroutière ou axe urbain important de type artère urbaine comportant plusieurs voies pour le même sens de circulation et permettant le maintien de vitesses relativement élevées malgré les conditions de fort trafic (10 cas) ;
- chaussée mouillée ayant provoqué l'échec d'un freinage d'urgence (6 cas : dans un cas, la chaussée mouillée provoque la perte de contrôle d'un deux-roues à moteur lors du freinage d'urgence) ;
- présence d'un rétrécissement de trois voies à deux voies générant un ralentissement (1 cas) ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin accompagné d'une amie à bord de son véhicule ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite démonstratif et rapide (1 cas : conducteur âgé de 23 ans) ;
- voie située en périphérie de ville dans une zone peu urbanisée favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (1 cas) ;
- méconnaissance des lieux par le conducteur du véhicule 1 n'ayant pas favorisé l'anticipation d'un ralentissement en aval (1 cas) ;
- inexpérience en situation d'urgence d'un deux-roues à moteur acquis peu de temps avant l'accident (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Non port de la ceinture de sécurité par la conductrice du véhicule 1 (2 cas) ;
- grand âge et fragilité d'une conductrice ayant favorisé l'apparition de fractures (1 cas : conductrice âgée de 83 ans).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Distance maintenue par rapport au véhicule précédent insuffisante n'ayant pas permis au conducteur du véhicule 1 de réduire suffisamment sa vitesse suite à une évolution rapide de la situation en aval (20 cas) ;

–le trafic est dense dans 10 cas, conditions de trafic parfois combinées à un contexte particulier générant un ralentissement : dans deux cas, il s’agit d’un accident s’étant produit en aval ; dans un cas il s’agit d’un rétrécissement de trois à deux voies ; dans un cas, il s’agit d’une jonction de deux autoroutes ; dans un autre cas, il s’agit d’une sortie d’autoroute en aval très empruntée ; dans les cas restants la raison du ralentissement, en plus du trafic dense, est indéterminée.

Domages corporels :

Les blessures sont bénignes à légères dans 14 cas. Il s’agit généralement de blessures au rachis cervical (traumatismes légers, entorses bénignes notamment). Dans un cas, un cyclomotoriste présente des dermabrasions aux membres inférieurs. Dans un autre cas il est indemne (1 cas). Dans trois cas, les blessures sont plus graves. Dans un cas, il s’agit d’un cyclomotoriste victime d’une fracture de la onzième vertèbre dorsale, nécessitant une hospitalisation de onze jours. Dans un cas, il s’agit d’une conductrice de 83 ans souffrant d’une fracture du sternum notamment, nécessitant une hospitalisation de six jours. Dans le dernier cas, les blessures infligées à un cyclomotoriste sont indéterminées mais nécessitent une hospitalisation de cinq jours. Dans trois cas, l’information disponible est insuffisante.

10.3 Présentation détaillée du scénario type 27

Scénario type 27

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Deux véhicules circulent l’un derrière l’autre sur une voie urbaine (tout type) et dans tous les cas en section courante.

Situation d’accident

Pour une raison peu prévisible par le conducteur du second véhicule, le conducteur du premier véhicule freine brusquement. Dans un cas, le freinage est lié à un piéton s’apprêtant à traverser la voie. La conductrice craignant son engagement sur la chaussée, freine fortement. Dans un autre cas, il s’agit de deux autostoppeurs sur la droite de la voie. Arrivé à leur hauteur, le conducteur s’aperçoit qu’il s’agit d’amis et freine. Dans un autre cas, le freinage est lié au signal sonore et lumineux implanté à l’entrée d’un tunnel et alertant le conducteur d’un véhicule utilitaire que son véhicule est hors gabarit. Dans le dernier cas, il s’agit d’un livreur circulant sur une voie peu circulée et à la recherche d’une adresse. A hauteur de l’adresse recherchée, le passager lui indique qu’ils viennent de dépasser le lieu de livraison. Le conducteur freine alors brusquement.

Situation d’urgence

Le conducteur du second véhicule effectue un freinage d’urgence (4 cas). Dans un cas, un motocycliste freine puis couche sa motocyclette.

Situation de choc

Le second véhicule percute frontalement l’arrière du premier véhicule (3 cas). Dans un cas, le motocycliste glisse et s’immobilise sous le premier véhicule.

Facteurs accidentogènes :

- Infrastructure urbaine large et rectiligne contribuant à la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (1 cas) ;
- expérience relativement limitée du conducteur du premier véhicule ayant sans doute contribué à un freinage brusque (1 cas) ;
- motocyclette puissante favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Inexpérience pour le conducteur d'un véhicule utilitaire (véhicule en location) et notamment de sa hauteur (1 cas) ne lui ayant pas permis de s'apercevoir en amont d'un tunnel que son véhicule était hors gabarit. C'est à l'entrée du tunnel qu'un signal sonore et lumineux l'alertera de la trop grande hauteur de son véhicule ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite rapide (1 cas : âge du conducteur : 22 ans).

Facteurs de gravité :

- Aggressivité d'un véhicule utilitaire lors d'une collision avec un deux-roues à moteur (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas, la densité de la circulation a contribué au maintien d'une faible distance entre les deux véhicules n'ayant ainsi pas permis au conducteur du second véhicule de réduire suffisamment sa vitesse suite à une évolution rapide de la situation en aval (1 cas).

Domages corporels :

Les blessures sont légères dans trois cas. Il s'agit de traumatismes bénins, de contusions dans les trois cas. Dans le dernier cas, il s'agit d'un motocycliste blessé assez gravement. La nature exacte des blessures est indéterminée mais celles-ci nécessitent une hospitalisation d'au moins quatre jours.

10.4 Présentation détaillée du scénario type 28

Scénario type 28

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un véhicule 1 circule sur une voie urbaine située en périphérie de ville à l'approche d'une intersection réglementée par « cédez le passage » (de type « T » dans 2 cas, carrefour giratoire dans 1 cas) dans laquelle il n'est pas prioritaire et dans laquelle il souhaite effectuer une manœuvre de tourne à droite (2 cas) ou d'insertion (cas d'un carrefour giratoire). Il est précédé par un véhicule 2. La visibilité étant dégagée à l'approche de l'intersection, les deux conducteurs prennent de l'information sur le trafic circulant sur l'axe prioritaire (ou sur l'anneau : 1 cas).

Situation d'accident

En raison d'un véhicule circulant sur l'axe prioritaire et approchant de l'intersection, le conducteur du véhicule 2 estime ne pas pouvoir s'engager dans l'intersection. Il freine et s'arrête, manœuvre qui surprend le conducteur du véhicule 1 qui n'avait pas anticipé cet arrêt.

Situation d'urgence

Surpris, le conducteur du véhicule 1 n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (2 cas). Le dernier cas reste indéterminé.

Situation de choc

Le véhicule 1 percute frontalement l'arrière du véhicule 2.

Facteurs accidentogènes :

- Conditions d'approche rapides en amont de l'intersection, intersection fluide, particulièrement « évasée », réglementée par « cédez le passage » permettant une vitesse relativement élevée du véhicule dans la manœuvre tournante (2 cas) ou d'insertion (1 cas : cas d'un carrefour giratoire), ces éléments ne favorisant également pas la réduction des vitesses à l'approche de l'intersection (3 cas) ;
- visibilité nettement dégagée à l'approche de l'intersection permettant une prise d'information sur le trafic circulant sur l'axe prioritaire bien en amont de l'intersection en maintenant une vitesse relativement élevée et générant des conflits du fait de différences d'appréciations dans la possibilité ou non de s'insérer sur l'axe prioritaire (3 cas) ;
- expérience relativement limitée pour le conducteur du véhicule 1 ayant pu limiter ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuel arrêt du véhicule 2 (1 cas : antériorité du permis de conduire : 2 ans et 3 mois).

Autres éléments explicatifs :

- Grande habitude des lieux et du trajet pour le conducteur du véhicule 1 ayant contribué à la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé à l'approche de l'intersection (1 cas).

Dommmages corporels :

Les blessures sont légères dans 2 cas. Il s'agit dans les deux cas de traumatismes cervicaux et de contusions nécessitant un arrêt de travail de 4 jours dans un cas et de 8 jours dans l'autre cas. Dans le dernier cas, les occupants des deux véhicules impliqués sont blessés et transportés à l'hôpital mais la nature des blessures est indéterminée.

Chapitre 11 :

Présentation détaillée des scénarios types 29 à 34

Ce chapitre est consacré à la présentation détaillée des scénarios types 29 à 34, lesquels mettent en évidence des phénomènes de perte de contrôle. Ces scénarios types⁶⁸ se distinguent assez nettement de la majorité des scénarios types présentés dans les chapitres précédents au sens où ici, le basculement dans la situation d'accident ne résulte pas d'une interaction entre deux usagers mais davantage de conditions cinématiques particulières (scénarios types 29 et 31), d'une « défaillance globale » (au sens de Van Elslande et Alberton, 1997) d'un conducteur, trouvant son origine soit dans l'absorption de produits psychotropes (scénario type 30) soit dans une fatigue prononcée (scénario type 33) ou encore d'une défaillance dans l'activité de guidage liée notamment à la réalisation d'une tâche annexe (scénario type 32).

On peut estimer que les scénarios types présentés dans ce chapitre représentent environ 10,5 % des accidents sans piéton impliqué recensés en agglomération en France par les forces de l'ordre⁶⁹. Parmi ces scénarios, les scénarios types 29 et 30 semblent les plus fréquents (respectivement 3 % et 4 % de ces accidents corporels). Le scénario type 29 met en évidence des phénomènes de perte de contrôle en virage de conducteurs généralement peu expérimentés et circulant le plus souvent à une vitesse assez élevée.

Les scénarios types 31 à 34, construits à partir d'un nombre plus restreint de cas semblent, après prise en compte de l'échantillon d'évaluation, moins représentés dans la population des accidents corporels urbains n'impliquant pas de piétons. Le scénario type 31 concerne des accidents de perte de contrôle sur chaussée glissante et représente environ 1 % des cas. Quant au scénario type 32, il met en évidence des phénomènes de perte de contrôle liés à une interruption momentanée de l'activité de guidage elle-même liée à la réalisation d'une tâche annexe (réglage de la ventilation à l'intérieur de l'habitacle par exemple). Ce scénario type représente également environ 1 % des cas.

⁶⁸ Hormis le scénario type 34 qui regroupe des accidents résultant d'une interaction entre un véhicule rapide et un véhicule aval se déportant ou changeant de file de circulation.

⁶⁹ Cette proportion étant sans doute sous évaluée puisque Laumon et Martin (2002) montrent à partir de données de source médicale, que les accidents impliquant des véhicules seuls figurent parmi les accidents les moins bien recensés par les forces de Police et de Gendarmerie et cela y compris dans le cas de blessures parfois graves.

Enfin, les scénarios types 33 et 34, qui représentent moins de 1 % des cas sont également présentés dans ce chapitre. Le scénario type 33 concerne des accidents liés à l'assoupissement ou à endormissement d'un conducteur. Le scénario type 34 correspond à des accidents liés à une perte de contrôle d'un véhicule rapide suite à une manœuvre de changement de file ou de déport d'un véhicule circulant en aval.

Rappelons au lecteur que, comme dans le cas du chapitre précédent, les éléments de discussion relatifs aux moyens de prévention correspondant à ces scénarios types ne sont pas présentés dans ce chapitre. Ce travail est en cours d'achèvement et sera publié dans un rapport INRETS à la fin de l'année 2006.

11.1 Présentation détaillée du scénario type 29

Scénario type 29

(décrit sur la base de 14 cas)

Situation de conduite

Un conducteur (d'un véhicule léger dans 10 cas, d'une motocyclette dans 3 cas, d'un cyclomoteur dans 1 cas) **généralement jeune** (12 cas) **et peu expérimenté** (11 cas) **circule à une vitesse relativement élevée** (9 cas) **sur une voie située en général en périphérie** (10 cas). **La voie est généralement roulante en amont et/ou relativement large** (11 cas) **et le conducteur est à l'approche d'une courbe** (12 cas) **ou d'une intersection dans laquelle il souhaite effectuer une manœuvre tournante** (2 cas : dans un cas, il s'agit d'un carrefour giratoire, dans l'autre cas, il s'agit d'une intersection de type « T »).

Situation d'accident

Le véhicule entre dans la courbe (ou dans 2 cas, le conducteur entreprend en intersection une manœuvre tournante) **à une vitesse trop élevée et se déporte vers l'extérieur** (dans un cas, la roue arrière d'une motocyclette « dérape »).

Situation d'urgence

Variante a (7 cas) : **Le conducteur effectue une manœuvre d'urgence** (coup de frein dans 6 cas, coup de volant dans 1 cas), **manœuvre qui, compte tenu des sollicitations dynamiques, provoque la mise en travers et la perte de contrôle du véhicule.**

Variante b (7 cas) : **Le conducteur ne réalise aucune manœuvre d'urgence et « se laisse déporter ».**

Situation de choc

Variante a : **Le véhicule percute le plus souvent un obstacle situé en bordure de chaussée** (4 cas : véhicule en stationnement dans 2 cas ; candélabre dans un cas, borne incendie et un mur d'habitation dans un cas) ou un véhicule circulant en sens inverse (3 cas).

Variante b : **Le véhicule percute un véhicule circulant sur la voie de sens opposé** (6 cas). Dans le dernier cas, il s'agit d'un deux-roues heurtant une bordure de trottoir provoquant sa chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Infrastructure relativement large et/ou conditions d'approche rapides en amont du virage ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (11 cas : dans les cas où une chaussée large est relevée, il s'agit de chaussées bidirectionnelles à deux voies dont les largeurs sont les suivantes : 7,85 m ; 8 m ; 8 m ; 8,30 m) ;
- virage prononcé constituant une rupture dans la progression de l'utilisateur circulant jusque là sur une infrastructure roulante et ne présentant pas de difficultés particulières (4 cas certains, 4 cas possibles) ;
- absence d'accotement revêtu ayant pu permettre au conducteur de récupérer le contrôle de sa trajectoire (2 cas) ;
- visibilité en aval sur une courbe masquée par de la végétation (1 cas) ;
- géométrie d'entrée trop fluide dans un carrefour giratoire ne favorisant pas la réduction des vitesses à son approche et favorisant la pratique de niveau de vitesse relativement élevé sur l'anneau (1 cas) ;
- conditions de visibilité non optimales (de nuit, sans éclairage public, pluie) n'ayant pas favoriser l'évaluation de la difficulté constituée par la courbe (1 cas) ;
- chaussée déformée et bosselée à l'entrée d'une courbe ayant favorisé la perte de contrôle (1 cas) ;
- expérience limitée de la conduite pour le conducteur limitant ses capacités d'évaluation d'une difficulté en aval et de la vitesse à adopter en ces lieux et ayant favorisé dans certains cas une réaction brutale (coup de frein, coup de volant) (10 cas : antériorité du permis de conduire : 3 mois ; 5 mois de permis A et motocyclette acquise deux mois auparavant ; 7 mois ; 1 an ; 1 an ; 1 an ; 1 an et 6 mois de permis A ; 1 an et 9 mois de permis A ; 1 an et 10 mois ; 2 ans) ;
- expérience très limitée de la conduite d'un deux-roues à moteur (1 cas : cas d'une jeune cyclomotoriste empruntant le cyclomoteur d'un ami pour l'essayer et perdant le contrôle du deux-roues dans une manœuvre tournante en intersection) ;
- alcoolémie moyenne pour le conducteur du véhicule (1 cas : 0,68 g/l) ;
- véhicule puissant à caractère sportif ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (5 cas : dont 3 cas impliquant une motocyclette).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune conducteur de sexe masculin (accompagné dans certains cas (4 cas) d'ami(s) à bord de son propre véhicule ou dans un autre véhicule le suivant) ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite démonstratif ou offensif (12 cas : âges des conducteurs : 18 ans ; 19 ans ; 20 ans ; 20 ans ; 20 ans ; 21 ans ; 21 ans ; 22 ans ; 22 ans ; 23 ans et 11 mois ; 30 ans ; 32 ans) ;
- méconnaissance des lieux pour le conducteur n'ayant pas favorisé la réduction de sa vitesse à l'approche d'une courbe relativement prononcée (2 cas) ;
- chaussée mouillée ayant favorisé la perte de contrôle du véhicule (2 cas) ;
- instabilité des deux-roues sur chaussée glissante (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Présence d'obstacles en bordure de chaussée et en sortie de courbe (4 cas : candélabre et clôture dans un cas, borne incendie et mur d'habitation dans un cas, véhicule en stationnement dans deux cas) ;
- implantation d'une station service à l'extérieur d'une courbe dont la boutique est percutée par un motocycliste en perte de contrôle (1 cas) ;
- non port d'équipements de protection (gants notamment) par une cyclomotoriste ayant occasionné des blessures aux mains (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans 8 cas, l'accident se produit de nuit, dont 6 cas à une heure tardive (heures approximatives des accidents : 22h10 ; 23h10 ; 00h35 ; 00h45 ; 3h15 ; 05h30).

Dommmages corporels :

Un cas est mortel. Il s'agit du passager avant droit d'un véhicule percutant frontalement le véhicule en perte de contrôle. Il décédera le lendemain de l'accident. L'examen médical de la conductrice relèvera une fracture du nez, un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale, de multiples contusions ainsi qu'une entorse cervicale et une entorse de la cheville droite. Les blessures sont graves dans cinq autres cas. Parmi ces cas, trois impliquent une motocyclette. Dans un cas, le conducteur et la passagère de la motocyclette souffrent de plusieurs fractures dont une fracture ouverte au bras gauche pour le conducteur nécessitant une hospitalisation de quatre jours. Dans un autre cas, le motocycliste est hospitalisé pour une plaie importante au visage. Dans le dernier cas, le motocycliste est hospitalisé quatre jours mais la nature des blessures est indéterminée. Dans deux autres cas, il s'agit du conducteur d'un véhicule léger percutant un véhicule en stationnement. Dans un cas le conducteur souffre d'un traumatisme crânio-facial sévère avec perte de connaissance et de multiples fractures au visage. Dans l'autre cas, une fracture ouverte de la mandibule et un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale sont constatés. Des blessures plus légères sont constatées dans trois cas. Il s'agit notamment de traumatismes (traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale en particulier), et de contusions sans conséquence. Les blessures sont bénignes dans 2 cas (érosions cutanées, douleurs) ne nécessitant aucune I.T.T. Enfin, dans 3 cas, les informations disponibles sont insuffisantes.

11.2 Présentation détaillée du scénario type 30

Scénario type 30

(décrit sur la base de 20 cas)

Situation de conduite

Un véhicule (un véhicule léger dans 15 cas, un cyclomoteur dans 3 cas ; une motocyclette légère dans 1 cas, un véhicule utilitaire léger dans 1 cas) **circule le plus souvent de nuit** (14 cas, 1 cas au crépuscule), **un jour de fin de semaine** (samedi ou dimanche dans 13 cas), **à une heure tardive** (13 cas) **sur une voie principale, le plus souvent traversant une petite agglomération** (11 cas) **ou située en périphérie de ville** (5 cas). **Le conducteur, très généralement de sexe masculin** (19 cas), **est alcoolisé** (alcoolémie moyenne à forte dans tous les cas, comprise entre 1,19 g/l et 5,32 g/l) **et est le plus souvent à l'approche d'une courbe** (13 cas) **ou d'une intersection** (3 cas : de type giratoire dans 2 cas, de type « T » dans un cas) **dans laquelle il s'apprête à effectuer une manœuvre tournante. Dans les cas restants, le conducteur circule en section courante rectiligne** (4 cas dont un cas particulier d'un conducteur effectuant le dépassement d'un véhicule agricole).

Situation d'accident

En raison de son alcoolémie, le conducteur ne parvient pas à conserver la maîtrise de sa trajectoire et perd le contrôle de son véhicule qui se déporte.

Situation d'urgence

Le plus souvent, le conducteur n'entreprend aucune manœuvre d'urgence (11 cas). Dans 6 cas, le conducteur effectue une manœuvre d'urgence (freinage dans 3 cas, coup de volant dans 3 cas). 3 cas restent indéterminés.

Situation de choc

Le véhicule percute un obstacle (12 cas : mur d'habitation dans 6 cas ; un véhicule en stationnement dans 2 cas ; un arbre dans 2 cas ; éléments d'ornement implantés sur l'îlot d'un carrefour giratoire dans 2 cas) **ou un véhicule circulant en sens inverse** (6 cas). Dans 2 cas, le deux-roues chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Aménagement de la voie souvent située en périphérie de ville ou de petite agglomération favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (13 cas) ;
- virage prononcé constituant une rupture dans la progression de l'utilisateur circulant jusque là sur un itinéraire au tracé relativement facile (4 cas certains) ;
- absence d'accotement revêtu dans un virage à gauche empêchant le conducteur de récupérer le contrôle de sa trajectoire (2 cas) ;
- présence d'une grille d'égout en bordure de chaussée à l'extérieur d'une courbe d'une chicane aménagée et sur laquelle roule une motocyclette légère causant sa perte de contrôle par le conducteur (1 cas) ;

- alcoolémie moyenne à forte pour le conducteur (20 cas : 1,19 g/l ; 1,27 g/l ; 1,44 g/l ; 1,45g/l ; 1,49 g/l (taux mesuré 4h15 après les faits dans ce cas et sans doute nettement supérieur au moment des faits) ; 1,79 g/l ; 1,8 g/l ; 1,86 g/l ; 1,87 g/l ; 2,03 g/l ; 2,06 g/l ; 2,46 g/l ; 2,70 g/l ; 2,74 g/l ; 3,10 g/l ; 3,66 g/l ; 4 g/l ; 5,32 g/l ; dans deux cas l'alcoolémie est indéterminée mais semble forte d'après les déclarations) ;
- expérience relativement limitée du conducteur ayant pu favoriser la perte de contrôle du véhicule (3 cas : antériorité du permis de conduire : 2 ans et 11 mois ; conducteur sans permis dans deux cas ; cyclomotoriste venant d'emprunter le cyclomoteur de son frère dans le dernier cas) ;
- état de fatigue prononcé du conducteur ayant pu favoriser la perte de contrôle du véhicule (4 cas : un assoupissement ne peut être écarté dans ces cas) ;
- véhicule puissant à caractère sportif ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (4 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Conditions de visibilité défavorables (de nuit) ayant pu contribuer à la perte de contrôle (14 cas de nuit, 1 cas au crépuscule) ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin (accompagné dans certains cas d'amis, de retour de soirée passée dans un bar ou une discothèque), ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite rapide et démonstratif (7 cas : âge des conducteurs : 17 ans ; 21 ans ; 24 ans ; 26 ans ; 28 ans ; 30 ans ; 30 ans) ;
- chaussée mouillée ayant favorisé la perte de contrôle (3 cas) ;
- instabilité d'un deux-roues à moteur sur chaussée glissante (2 cas) ;
- maniabilité d'une motocyclette légère ayant permis à son conducteur de maintenir une vitesse élevée dans le franchissement d'une chicane aménagée en entrée d'agglomération ;
- voie en descente ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Présence d'obstacles en bordure de chaussée et le plus souvent en sortie de courbe et heurtés par le véhicule en perte de contrôle (10 cas : véhicules en stationnement dans 2 cas ; mur d'habitation dans 4 cas ; piliers d'un portail dans deux cas ; un arbre dans 2 cas) ;
- présence d'obstacles agressifs sur l'îlot d'un carrefour giratoire et percutés par le véhicule en perte de contrôle (2 cas : dans un cas, il s'agit de plaques d'ornement en marbre et de panneaux directionnels ; dans un autre cas, il s'agit de blocs de pierre d'ornement qui provoquent le retournement du véhicule) ;
- non port du casque par un cyclomotoriste ayant occasionné un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale (2 cas) ;
- conducteur et passagers d'un véhicule non ceinturés, ce qui a provoqué leur éjection lors du choc contre un arbre (1 cas) ;
- agressivité d'un véhicule de type « 4x4 » en cas de collision (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas, le conducteur effectue dans une traversée d'agglomération le dépassement d'un véhicule agricole circulant devant lui. Lors de sa manœuvre de rabattement vers la

- droite, il perd le contrôle de son véhicule et donne un coup de volant vers la gauche. Il entre alors en collision avec un véhicule circulant en sens inverse ;
- dans un cas, la perte de contrôle d'un cyclomoteur est liée à un élément de la carrosserie du deux-roues qui frotte sur la chaussée ;
 - concernant le motif du déplacement du conducteur, il s'agit le plus souvent (14 cas), de trajets liés à la fréquentation de bars (6 cas), de discothèque (2 cas) ou liés à des retours de soirées passées avec des amis ou parents (6 cas).

Dommmages corporels :

Les accidents de ce scénario type sont le plus souvent graves. Deux cas sont mortels. Dans un cas, il s'agit d'un conducteur de motocyclette légère percutant un véhicule en stationnement et décédant sur place d'un grave traumatisme crânien. Dans l'autre cas, il s'agit d'un véhicule percutant un bloc de pierre d'ornement implanté sur l'îlot d'un carrefour giratoire et provoquant son retournement (plusieurs tonneaux effectués par le véhicule). Le conducteur décédera sur place. Les passagers du véhicule seront gravement blessés (traumatisme crânien, multiples fractures). Les blessures sont graves à sévères dans 10 autres cas incluant des traumatismes crâniens avec perte de connaissance initiale, des fractures souvent multiples (fracture ouvertes dans certains cas, fracture du crâne et coma dans 3 cas, dont un cas où le conducteur est toujours dans le coma 2 mois après l'accident) nécessitant dans tous les cas une hospitalisation.

Dans 3 cas, les blessures sont bénignes à légères incluant des traumatismes légers, contusions, sans conséquence. Enfin, dans 5 cas, les informations sont insuffisantes pour se prononcer sur la gravité des lésions.

11.3 Présentation détaillée du scénario type 31

Scénario type 31

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un véhicule léger circule sur une voie située en périphérie de ville (2 cas) ou un deux-roues à moteur circule sur une voie urbaine (2 cas) à l'approche d'une courbe. Dans deux cas, le conducteur effectue un trajet très routinier. Dans les deux autres cas, le conducteur est très inexpérimenté (20 jours de permis de conduire dans un cas, cyclomotoriste de 16 ans empruntant le cyclomoteur d'un camarade dans l'autre cas).

Situation d'accident

Le conducteur entre dans la courbe et, compte tenu des caractéristiques d'adhérence (chaussée détrempée dans 3 cas, verglacée dans un cas) perd le contrôle de son véhicule qui glisse sur la chaussée.

Situation d'urgence

Le véhicule n'est le plus souvent plus contrôlable (3 cas) Dans le dernier cas, le passager d'un véhicule léger saisit le volant et donne un coup de volant.

Situation de choc

Le véhicule percute un véhicule circulant en sens inverse (2 cas) ou un obstacle (1 cas : arbre puis glissière de sécurité d'une autre voie située en contrebas). Dans le dernier cas, le deux-roues chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Largeur de chaussée relativement importante et/ou conditions d'approche rapides à l'approche d'une courbe assez prononcée favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé et inadapté aux conditions d'adhérence (3 cas : dans les cas où une chaussée large est relevée, il s'agit d'une chaussée bidirectionnelle de 7,5 m dans un cas et dans un autre cas d'une chaussée bidirectionnelle de 10,2 m composée d'une voie de 3,5 m pour chaque sens de circulation et d'un zébra central de 3,2 m de large) ;
- faible expérience de la conduite du conducteur limitant ses capacités de prévision sur les conditions d'adhérence et sur la vitesse à adopter dans ces conditions (2 cas : dans un cas il s'agit d'une jeune conductrice possédant le permis de conduire depuis 20 jours ; dans l'autre cas, il s'agit d'un cyclomotoriste de 16 ans ayant emprunté le cyclomoteur d'un camarade).

Autres éléments explicatifs :

- Chaussée rendue glissante par les conditions météorologiques (chaussée mouillée dans 3 cas, présence de plaques de verglas sur la chaussée dans un cas) ;
- instabilité des deux-roues sur chaussée glissante (2 cas) ;
- voie urbaine en descente favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé à l'approche d'une courbe (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Absence de glissière de sécurité sur une voie roulante (de type rocade autoroutière) en courbe située en périphérie de ville. Suite à la perte de contrôle liée à la présence de verglas sur la chaussée, le véhicule traverse un talus herbeux, heurte un arbre et percute frontalement une glissière de sécurité située sur le terre-plein central d'une autre voie située en contrebas (1 cas) ;
- présence d'un arbre situé à l'extérieur d'une courbe sur une voie roulante et heurté par le véhicule en perte de contrôle (1 cas) ;
- non port de la ceinture de sécurité par une conductrice ayant provoqué son éjection du véhicule lors du choc (1 cas).

Dommages corporels :

Les blessures sont graves dans tous les cas. Le caractère soudain de la perte de contrôle et l'impossibilité pour les conducteurs d'effectuer une manœuvre d'urgence peut en partie expliquer la gravité des blessures. Dans trois cas, de multiples fractures, dont certaines sont des fractures ouvertes, sont constatées. Dans l'un de ces cas (cas d'un véhicule en perte de contrôle et heurté latéralement par un véhicule circulant en sens inverse) le diagnostic médical relève pour la conductrice en plus de fractures, une plaie au foie, une désinsertion de la vésicule biliaire et un hémopéritoine. Pour le passager, en plus de multiples fractures et contusions, un pneumothorax est constaté nécessitant un drainage chirurgical. Dans le dernier

cas, les blessures sont sévères. Il s'agit d'une conductrice non ceinturée et éjectée lors du choc avec une glissière de sécurité aménagée sur le terre-plein central d'une voie située en contrebas. La nature exacte des blessures est indéterminée. Néanmoins, la conductrice est hospitalisée 45 jours dont deux jours dans le coma.

11.4 Présentation détaillée du scénario type 32

Scénario type 32

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un véhicule léger circule le plus souvent de nuit (3 cas), sur une voie située en périphérie d'agglomération et ne présentant le plus souvent pas de difficultés particulières (en section courante rectiligne dans 3 cas ; dans le dernier cas, l'accident se produit dans une courbe, mais le conducteur effectue un trajet très routinier).

Situation d'accident

Le conducteur focalise momentanément son attention sur une tâche annexe (réglage de l'autoradio, de la ventilation, ramassage d'un sac ou encore discussion avec une passagère) et perd momentanément le contrôle de la trajectoire de son véhicule qui se déporte. Lorsque le conducteur s'aperçoit de ce déport, il effectue alors souvent une manœuvre brutale (2 cas de coup de volant, les deux autres cas restent incertains), manœuvre qui entraîne la perte de contrôle du véhicule.

Situation d'urgence

Le véhicule n'est souvent plus contrôlable (2 cas). Dans un cas le conducteur freine. Le dernier cas reste indéterminé.

Situation de choc

Le véhicule percute un obstacle (3 cas : poteau électrique ou d'éclairage dans 2 cas ; l'angle d'un mur dans 1 cas) ou une glissière de sécurité (1 cas : cas d'une autoroute urbaine).

Facteurs accidentogènes :

- Chaussée en périphérie sans accotement revêtu (présence d'un fossé) ne permettant pas au conducteur du véhicule de récupérer le contrôle de la trajectoire de son véhicule (2 cas) ;
- aménagement large et rectiligne d'une voie en périphérie d'agglomération favorisant la vitesse (vitesse initiale reconstituée approximativement de l'ordre de 65-80 km/h) (1 cas) ;
- expérience très limitée du conducteur ayant favorisé la perte de contrôle de la trajectoire du véhicule suite à une focalisation momentanée de l'attention sur une tâche annexe et cela malgré l'absence de difficultés particulières (1 cas : 2 mois de permis de conduire) ;
- alcoolémie élevée pour le conducteur (taux d'alcoolémie exact indéterminé mais assez élevé d'après les déclarations des passagers du véhicule) (1 cas) ;

- véhicule puissant favorisant la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé (2 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Grande habitude des lieux pour un conducteur effectuant un trajet domicile-travail ayant favorisé le détournement de l'attention sur l'avant pour ramasser un sac à l'arrière du véhicule, et cela malgré la présence d'une courbe (1 cas) ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin accompagné d'amis comme passagers du véhicules ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite rapide (1 cas : conducteur âgé de 18 ans) ;
- chaussée et accotement herbeux mouillés n'ayant pas permis au conducteur de récupérer le contrôle de la trajectoire du véhicule (1 cas) ;
- méconnaissance du fonctionnement de l'autoradio d'un véhicule neuf ayant engendré une focalisation de l'attention sur le réglage de l'autoradio par le conducteur (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Présence d'un mat d'éclairage ou d'un poteau électrique en bordure de voie (2 cas) ;
- présence de passagers à l'arrière d'un véhicule ne comportant que deux places avant, l'avant et l'arrière étant séparés par une grille métallique sur laquelle sont projetés les passagers arrières (non ceinturés) du véhicule lors du choc (1 cas) ;
- angle du mur d'un cimetière situé à proximité de la voie et percuté frontalement par le véhicule (1 cas) ;
- présence de deux « armoires » électriques implantées à proximité de la voie derrière une glissière de sécurité sur une autoroute urbaine et heurtées par le véhicule (1 cas) ;
- conception basse d'un véhicule de type « coupé sportif » ayant provoqué l'encastrement du véhicule sous la glissière de sécurité d'une autoroute urbaine (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- L'attention est momentanément focalisée sur une tâche annexe dans tous les cas. Il s'agit dans un cas d'un jeune conducteur très inexpérimenté conduisant le véhicule appartenant à ses parents et détournant son attention pour régler la ventilation ; dans un cas, il s'agit d'un conducteur conduisant un véhicule qu'il vient d'acquérir. Ne connaissant pas le fonctionnement de l'autoradio, il focalise momentanément son attention sur celui-ci afin de le régler et perd le contrôle de la trajectoire de son véhicule ; dans un cas, il s'agit d'un conducteur expérimenté réalisant un trajet très routinier. Malgré l'approche d'une courbe, il focalise momentanément son attention sur le ramassage d'un sac situé à l'arrière de son véhicule ; dans le dernier cas, il s'agit d'un conducteur sous l'influence de l'alcool qui détourne son attention sur l'avant afin de discuter avec la passagère avant droite du véhicule et perd le contrôle de la trajectoire de son véhicule.

Domages corporels :

Deux cas de ce scénario type nécessitent une hospitalisation. D'une journée dans un cas, de deux jours dans l'autre cas. Dans les deux cas, les occupants de véhicules souffrent de traumatismes crâniens avec ou sans perte de connaissance initiale ainsi que de plaies plus ou moins profondes. Dans un autre cas, la passagère avant droite du véhicule souffre d'une

fracture du deuxième métacarpien et d'une plaie suturée au visage, blessures ne nécessitant pas d'hospitalisation. Dans le dernier cas, il s'agit du passager arrière d'un véhicule ne comportant pas de sièges à l'arrière et projeté lors du choc sur une grille métallique séparant l'avant et l'arrière de l'habitacle du véhicule. Il présente un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale.

11.5 Présentation détaillée du scénario type 33

Scénario type 33

(décrit sur la base de 2 cas)

Situation de conduite

Un jeune conducteur circule de nuit à une heure très matinale sur une infrastructure rectiligne (route nationale ou départementale) à l'approche d'une petite agglomération.

Situation d'accident

Le conducteur entre dans l'agglomération, s'endort et perd le contrôle de la trajectoire de son véhicule qui se déporte (vers la gauche dans les deux cas).

Situation d'urgence

Le conducteur n'effectue aucune manœuvre d'urgence.

Situation de choc

Le véhicule percute un obstacle (1 cas : poteau électrique) ou un talus (1 cas : qui provoque le retournement du véhicule) situé sur le bord gauche de la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Expérience relativement limitée de la conduite (notamment de nuit, à une heure matinale) ayant pu favoriser l'endormissement du conducteur (2 cas : antériorité du permis de conduire pour les conducteurs : 1 an et 8 mois et 3 ans et 5 mois) ;
- état de fatigue prononcé pour le conducteur du véhicule ayant favorisé son endormissement (2 cas) ;
- alcoolémie assez élevée ayant pu favoriser l'endormissement du conducteur (1 cas : 1,21 g/l).

Autres éléments explicatifs :

- Heure matinale ayant favorisé l'endormissement du conducteur (2 cas : heures approximatives des faits : 4h00 ; 5h00).

Facteurs de gravité :

- Présence d'un poteau électrique en béton implanté en bordure de voie et percuté frontalement par le véhicule (1 cas) ;

– présence d'un fossé puis d'un talus en bordure de chaussée ayant provoqué le retournement du véhicule (1 cas).

Dommmages corporels :

Dans l'un des deux cas, le conducteur est indemne et le passager souffre de diverses contusions et hématomes. Dans l'autre cas, la nature exacte des blessures est indéterminée mais les blessures infligées au conducteur nécessitent une hospitalisation de 4 jours.

11.6 Présentation détaillée du scénario type 34

Scénario type 34

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un véhicule puissant (véhicule 1) circule de nuit à une vitesse élevée sur une infrastructure située en périphérie de ville et comportant plusieurs voies pour le même sens de circulation. Le conducteur, le plus souvent jeune (3 cas), s'apprête à dépasser par la gauche un véhicule 2 circulant en aval sur la voie la plus à droite (2 cas) ou sur la voie centrale (2 cas : autoroute urbaine dans un cas, infrastructure de périphérie comportant 3 voies pour le même sens de circulation dans l'autre cas).

Situation d'accident

Le véhicule 2 effectue une manœuvre de changement de file (3 cas) ou se déporte légèrement (1 cas) vers la gauche tandis que le véhicule 1 survient.

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule 1 effectue une manœuvre d'urgence (coup de volant dans 3 cas, combiné à un freinage d'urgence dans un cas, freinage d'urgence seul dans un cas), manœuvre qui engendre la perte de contrôle du véhicule.

Situation de choc

Le véhicule 1 percute un obstacle (3 cas) ou le véhicule 2 (1 cas).

Facteurs accidentogènes :

- Infrastructure de périphérie comportant plusieurs voies pour le même sens de circulation favorisant et permettant la pratique de niveaux de vitesses élevés à très élevés (3 cas : 2 cas de 2x2 voies, 1 cas de voie comportant 3 voies pour le même sens de circulation) ;
- alcoolémie pour le conducteur du véhicule 1 (2 cas : 0,5g/l ; 1,76g/l) ;
- faible expérience de la conduite ayant contribué à une réaction brutale suite au déport du véhicule circulant en aval (1 cas : cas d'un conducteur possédant le permis de conduire depuis six mois) ;
- véhicule excessivement puissant à caractère sportif favorisant la pratique de niveaux de vitesses élevés à très élevés (4 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge d'un conducteur de sexe masculin ayant contribué à l'adoption d'un style de conduite offensif ou démonstratif (3 cas : âge des conducteurs : 23 ans ; 27 ans ; 30 ans).

Facteurs de gravité :

- Présence d'obstacles en bordure d'une infrastructure rapide (3 cas : dans un cas il s'agit d'un candélabre et d'un poteau électrique en béton heurtés par le véhicule 1 en perte de contrôle (1 cas) ; dans un autre cas, il s'agit d'un talus et d'un poteau électrique ; dans le dernier cas, il s'agit de potelets métalliques en bordure de voie et percutés par le véhicule 1 (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Trois cas de ce scénario type se produisent à une heure tardive (heures approximatives des accidents : 00h30 ; 01h55 ; 02h45). Le faible trafic à cette heure de la journée a sans doute favorisé et permis la pratique d'un niveau de vitesse élevé à très élevé ;
- deux cas de ce scénario type se produisent en courbe, laquelle a eu une influence déterminante dans la perte de contrôle du véhicule dans un cas (le conducteur du véhicule 1 freinant énergiquement au milieu de la courbe suite au déport du véhicule 2 en aval).

Domages corporels :

Un cas de ce scénario type est mortel. Il s'agit d'un véhicule en perte de contrôle et percutant latéralement un poteau électrique en béton implanté en bordure de chaussée. Bien que l'absence de photographies du véhicule dans la procédure ne puisse nous permettre d'estimer précisément la vitesse au choc, celle-ci semble néanmoins importante (véhicule sectionné en deux parties, occupants éjectés). Les blessures sont assez graves dans un autre cas. Le conducteur du véhicule 1 est hospitalisé quatre jours notamment pour une plaie profonde au visage et pour plusieurs fractures. Dans les deux autres cas les blessures sont bénignes à légères incluant des contusions, traumatismes légers, plaies, et une fracture de la malléole interne de la cheville dans un cas pour le conducteur du véhicule 2 percuté par le véhicule 1.

Chapitre 12 :

Présentation détaillée des scénarios types 35 à 40

Ce chapitre est consacré à la présentation détaillée des scénarios types 35 à 40. Ce groupe de scénarios types se démarque des précédents dans le sens où il n'a pas été possible de regrouper les scénarios types qui le composent autour d'une problématique commune ou au sein des autres groupes que nous avons présentés. D'autre part, ces scénarios types semblent a priori relativement peu représentés sur le réseau urbain français puisque après prise en compte de l'échantillon d'évaluation, on peut estimer qu'ils représentent moins de 5 % des accidents corporels sans piéton impliqué recensés en France en milieu urbain par les forces de l'ordre.

Cependant, cela n'exclut pas pour autant qu'ils soient plus majoritairement représentés sur certains terrains d'étude locaux du fait de certaines spécificités en terme d'usages, de pratiques, d'aménagements par exemple. C'est pourquoi il nous a semblé souhaitable de les présenter selon la même forme que les scénarios types précédents et de proposer pour chacun d'entre eux un ensemble de propositions d'actions de prévention. Nous présentons dans ce qui suit chaque scénario type en détail accompagné d'un ensemble de facteurs accidentogènes, d'autres éléments explicatifs, de facteurs de gravité et de précisions relatives au déroulement des accidents et aux blessures qu'ils engendrent. Concernant les propositions d'actions en matière de prévention, celles-ci feront l'objet de publications ultérieures, notamment dans le cadre d'un rapport INRETS reprenant l'ensemble des scénarios types et des propositions de prévention correspondantes.

12.1 Présentation détaillée du scénario type 35

Scénario type 35

(décrit sur la base de 5 cas)

Situation de conduite

Un usager 1 circule à une vitesse relativement élevée sur une voie urbaine le plus souvent d'importance principale (3 cas). Il est à l'approche d'une intersection (4 cas) dans laquelle il est prioritaire et dans laquelle il ne s'apprête pas à changer de direction. Un usager 2, en provenance d'une autre rue (2 cas), d'un accès (1 cas) ou circulant en sens inverse (2 cas), s'apprête à traverser la voie sur laquelle circule l'usager 1 (par une manœuvre de traversée de l'axe prioritaire dans 3 cas ; par une manœuvre de tourne à gauche dans 2 cas).

Situation d'accident

L'usager 2 perçoit l'usager 1 mais estime avoir le temps d'effectuer sa manœuvre avant que l'usager 1 survienne. Il engage sa manœuvre tandis que le véhicule 1 survient plus rapidement qu'il ne l'avait prévu.

Situation d'urgence

L'usager 1 effectue un freinage d'urgence (5 cas). L'usager 2 n'effectue le plus souvent aucune manœuvre d'urgence (3 cas). Deux cas restent indéterminés.

Situation de choc

Collision fronto-latérale (4 cas) ou collision fronto-frontale (1 cas).

Facteurs accidentogènes :

- Voie urbaine relativement large (2 cas : chaussée bidirectionnelle de 13,40 m dans 1 cas ; chaussée à sens unique de 6 m dans un cas) et/ou rectiligne (5 cas) contribuant à la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (vitesse initiales au moins égale à 55km/h ; 65km/h ; 70km/h ; 100km/h ; dans le dernier cas la vitesse initiale est indéterminée mais semble relativement élevée d'après les déclarations) ;
- phasage de feux tricolores (de type deux phases) ne dissociant pas le passage des usagers tournant à gauche du passage des usagers en mouvement direct en sens inverse (1 cas) ;
- visibilité sur l'usager 1 non optimale du fait de véhicules arrêtés dans une voie de sens inverse et en attente de tourne à gauche et (1 cas) ;
- présence d'un véhicule en stationnement à proximité d'une intersection et ayant contribué à une perception tardive de l'usager 2 par l'usager 1, ne lui ayant ainsi pas permis de mettre en œuvre suffisamment tôt une manœuvre d'urgence (1 cas) ;
- motocyclette puissante ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse élevé (1 cas : vitesse initiale au moins égale à 100 km/h) ;
- alcoolémie pour l'usager 1 ayant sans doute contribué à la mise en œuvre tardive d'un freinage d'urgence (1 cas : taux d'alcoolémie de 0,5g/l trois heures après l'accident) ;

- expérience limitée de la conduite automobile pour l'usager 2 ayant sans doute joué un rôle dans l'évaluation erronée de la vitesse de l'usager 1 (1 cas : antériorité du permis de conduire : 1 mois et 26 jours).

Autres éléments explicatifs :

- Sentiment prioritaire pour l'usager 1 n'ayant pas contribué à une réduction de sa vitesse à l'approche d'une intersection (4 cas) ;
- grande habitude des lieux et du trajet ayant contribué à la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé par l'usager 1 (2 cas) ;
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Présence d'un poteau électrique en béton heurté par un motocycliste suite au choc avec l'usager 2 (1 cas) ;
- présence d'un support de panneau directionnel à proximité de la voie et percuté par l'un des deux véhicules consécutivement à la collision (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas l'usager 2 est arrêté en marche arrière sur un parking et s'apprête à rejoindre en marche arrière un garage situé de l'autre côté de la voie. Le conducteur perçoit une motocyclette mais estime avoir le temps d'effectuer sa manœuvre avant que le motocycliste survienne.

Dommmages corporels :

Les blessures sont bénignes dans 2 cas. Il s'agit de contusions dans un cas, d'un traumatisme crânien sans perte de connaissance initiale et d'une plaie suturée au front dans l'autre cas. Dans deux autres cas les blessures sont plus graves et nécessitent une hospitalisation. Dans un cas il s'agit d'une fracture de la rotule droite nécessitant une intervention chirurgicale le lendemain de l'accident. Dans l'autre cas, il s'agit d'un motocycliste hospitalisé sept jours, notamment pour une plaie importante à la jambe droite avec décollement cutané étendu. Dans un cas, l'information disponible est insuffisante.

12.2 Présentation détaillée du scénario type 36

Scénario type 36

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un usager 1 circule à une vitesse assez élevée sur une voie principale située en périphérie de ville (2 cas) ou traversant une petite agglomération (2 cas).

Un usager 2 (un cycle dans un cas, un cyclomoteur de type classique dans 1 cas, un véhicule léger peu puissant dans 2 cas), non prioritaire, en provenance d'une voie secondaire (2 cas) ou d'un accès riverain (2 cas) s'apprête à s'insérer sur la voie par une manœuvre de tourne à droite (2 cas) ou de tourne à gauche (2 cas).

Situation d'accident

L'utilisateur 2, compte tenu de ses faibles capacités d'accélération, engage lentement sa manœuvre d'insertion tandis que l'utilisateur 1 survient.

Situation d'urgence

L'utilisateur 1 effectue un freinage d'urgence (3 cas) ou un déport latéral (1 cas). L'utilisateur 2 ne perçoit pas ou très tardivement le danger et n'effectue aucune manœuvre d'urgence. Dans un cas, il se serre sur la droite de la voie.

Situation de choc

Collision fronto-arrière (2 cas) ou fronto-latérale (2 cas).

Facteurs accidentogènes :

- Aménagement d'une traversée d'agglomération ou d'une voie urbaine située en périphérie de ville favorisant la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (4 cas) (la présence de traces dans deux cas permet de reconstituer la vitesse initiale de l'utilisateur 1 à 65-75 km/h dans un cas et à 55-65 km/h dans l'autre cas) ;
- expérience relativement limitée de la conduite automobile pour le conducteur du véhicule 1 limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle manœuvre d'insertion de l'utilisateur 2 (2 cas : nombre d'années de permis de conduire : 9 mois ; 1 an et 1 mois) ;
- jeune âge et inexpérience de l'utilisateur 2 ayant favorisé une prise d'information insuffisante sur la circulation, souvent liée à une focalisation de son attention sur une autre activité (âge de l'utilisateur : 13 ans dans un cas ; 16 ans dans l'autre cas) ;
- visibilité en direction du véhicule 1 non optimale (présence d'un arbre dans un cas, d'une série d'arbres dans un cas, d'un véhicule en stationnement dans un autre cas), ayant retardé la détection du véhicule 1 par l'utilisateur 2.

Autres éléments explicatifs :

- Faibles capacités d'accélération d'un cycle sans moteur (1 cas), d'un cyclomoteur de type classique (1 cas) ou d'un véhicule léger peu puissant (2 cas) ayant engendré un temps d'insertion et/ou de prise de vitesse relativement long (utilisateur 2) ;
- jeune âge d'un conducteur de sexe masculin ayant favorisé l'adoption d'un style de conduite rapide (1 cas : âge du conducteur : 26 ans) (utilisateur 1) ;
- existence d'une contrainte temporelle pour l'utilisateur 1 ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse assez élevé (1 cas) ;
- sentiment prioritaire pour le conducteur du véhicule 1 à l'approche d'une intersection (2 cas) ou d'un accès (2 cas) n'ayant pas favorisé la réduction de sa vitesse (4 cas) ;
- grande habitude des lieux pour le conducteur du véhicule 1 ayant favorisé la pratique d'un niveau de vitesse assez élevé (1 cas) ;
- chaussée mouillée ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas) ;
- surface de chaussée en partie fondue par la chaleur et ayant contribué à l'échec d'un freinage d'urgence (1 cas) ;
- accès à un collègue en courbe n'ayant pas facilité la perception du véhicule 1 par l'utilisateur 2 (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Fragilité d'une conductrice relativement âgée ayant favorisé l'apparition de fractures (1 cas : cas d'une conductrice de 70 ans souffrant d'une fracture du bassin et de plusieurs côtes).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans 2 cas, la collision a lieu légèrement en aval d'une intersection, l'utilisateur 2 effectuant quelques mètres (16 mètres dans un cas, quelques dizaines de mètres dans l'autre cas : distance au cours de laquelle il est en phase d'accélération) avant d'être percuté à l'arrière par le véhicule 1 ;
- dans deux cas, l'utilisateur 1, surpris par l'utilisateur 2 venant de s'insérer et circulant à faible vitesse devant lui, souhaite l'éviter en se déportant sur la voie de circulation de sens opposé. La présence d'un véhicule circulant en sens inverse le contraint à effectuer un freinage d'urgence dans un cas, à essayer de passer entre le véhicule 2 (se serrant sur la droite) et le véhicule circulant sur la voie de sens opposée dans l'autre cas ;
- dans un cas, l'utilisateur 2 conduisant un cyclomoteur et s'insérant sur la voie a l'attention focalisée sur un camarade le suivant également en cyclomoteur.

Domages corporels :

Les blessures sont assez graves dans trois cas. Dans un cas, il s'agit d'un cyclomotoriste présentant un traumatisme crânien avec perte de connaissance initiale et une blessure à la jambe droite (de nature indéterminée) nécessitant une intervention chirurgicale et une hospitalisation pendant cinq jours. Dans un cas, il s'agit d'un jeune cycliste souffrant d'une fracture de la jambe gauche avec arrachement de l'épine tibiale nécessitant une intervention chirurgicale et au moins 45 jours d'I.T.T. Dans un autre cas, il s'agit d'une conductrice souffrant d'une fracture du bassin et de plusieurs côtes nécessitant son hospitalisation pendant sept jours. Enfin, dans le dernier cas, les blessures sont plus légères (traumatisme cervical et lombaire, contusions, choc psychologique avec insomnie, hyper-nervosité et angoisse).

12.3 Présentation détaillée du scénario type 37

Scénario type 37

(décrit sur la base de 4 cas)

Situation de conduite

Un deux-roues (cycle dans 2 cas, motocyclette dans 2 cas) circule sur une voie urbaine le plus souvent bordée de véhicules en stationnement (3 cas) et s'apprête à dépasser un véhicule venant de se stationner (3 cas) ou de s'arrêter (1 cas : cas d'un taxi s'arrêtant pour déposer un passager).

Situation d'accident

Le conducteur (3 cas) ou un passager (1 cas) du véhicule ouvre sa portière pour sortir du véhicule tandis que le deux-roues survient.

Situation d'urgence

Le conducteur du deux-roues n'a le plus souvent pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence (3 cas). Dans le dernier cas, il crie « attention ». L'autre impliqué ne perçoit le deux-roues qu'au moment du choc.

Situation de choc

Le deux-roues heurte la portière puis chute sur la chaussée.

Facteurs accidentogènes :

- Absence d'espace de protection entre les places de stationnement et l'espace emprunté par les deux-roues (généralement, la partie la plus à droite de la voie) (2 cas) ;
- infrastructure urbaine large (10,20 m) ne favorisant pas, lors de la prise d'information dans le rétroviseur, la détection d'un véhicule de petite taille tel qu'un deux-roues (1 cas : cas où il y a prise d'information par le conducteur avant l'ouverture de la portière) ;
- aménagement d'une bande cyclable couplée à un couloir de bus dans lequel s'arrête un chauffeur de taxi pour déposer un passager, celui-ci ouvre la portière arrière droite lorsqu'un deux-roues, empruntant la bande cyclable pour dépasser le taxi arrêté, survient (1 cas) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues (1 cas : cas où la prise d'information est avérée) ;
- non fonctionnement de l'éclairage avant d'un cyclomoteur ne favorisant pas, de nuit, sa perception par le conducteur du véhicule ouvrant sa portière (1 cas : cas où il y a prise d'information).

Autres éléments explicatifs :

- Faible encombrement et maniabilité des deux-roues à moteur leur permettant d'effectuer des manœuvres de dépassement en toutes circonstances (2 cas) ;
- jeune âge (28 ans et 6 mois) d'un motocycliste de sexe masculin favorisant l'adoption d'un style de conduite offensif (1 cas) ;
- rue très commerçante générant de nombreux arrêts et des ouvertures de portières fréquentes (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Grand âge (86 ans) et fragilité d'un cyclomotoriste ayant favorisé l'apparition de blessures graves (1 cas) ;
- non port du casque par un cyclomotoriste ayant favorisé l'apparition de blessures graves (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans un cas, il s'agit d'un motocycliste qui circule dans un couloir de bus et se retrouve confronté en aval à un taxi arrêté dans le couloir de bus. N'anticipant pas une ouverture de portière, il engage le dépassement du taxi par la droite, en empruntant une bande cyclable aménagée sur la droite du couloir de bus à cet endroit. Il heurte alors la portière arrière droite du taxi ouverte par un passager souhaitant sortir du véhicule à cet endroit.

Dommmages corporels :

Dans trois cas, les blessures sont superficielles. Il s'agit dans un cas d'une plaie superficielle au genou gauche. Dans un autre cas, la nature exacte des blessures est indéterminée mais ces dernières sont soignées sur place et ne nécessitent pas de transport à l'hôpital. Dans le troisième cas, la nature exacte des blessures est également indéterminée mais l'I.T.T. délivrée (deux jours) semble indiquer des blessures légères. Le dernier cas est grave. Il s'agit d'un cyclomotoriste de 86 ans hospitalisé 27 jours pour de multiples blessures (notamment au visage).

12.4 Présentation détaillée du scénario type 38

Scénario type 38

(décrit sur la base de 3 cas)

Situation de conduite

Un conducteur de deux-roues (cycle dans deux cas, motocyclette dans un cas), **le plus souvent jeune** (2 cas), **circule sur une voie urbaine** (dans un cas il circule sur le trottoir). **Un véhicule circule derrière lui dans le même sens de circulation et s'apprête à le dépasser.**

Situation d'accident

Le conducteur du deux-roues engage soudainement une manœuvre de tourne à gauche (2 cas) **ou de traversée** (1 cas) **en direction du trottoir opposé alors que le véhicule survient. L'attention du conducteur du deux-roues est dans les trois cas captée par une personne** (2 cas) **ou par un objectif à atteindre** (1 cas) **situé de l'autre côté de la rue.**

Situation d'urgence

Le conducteur du véhicule effectue un freinage d'urgence (3 cas, dont 2 cas où le freinage d'urgence est combiné à un déport latéral)

Situation de choc

Le véhicule percute frontalement le côté gauche du deux-roues.

Facteurs accidentogènes :

- Conditions d'approche relativement rapides ayant contribué à la pratique d'un niveau de vitesse relativement élevé pour le véhicule survenant de l'arrière (3 cas : dans les trois cas, la présence de traces a permis d'estimer la vitesse initiale du véhicule à environ 40-50km/h) ;
- jeune âge et inexpérience du conducteur du deux-roues ayant contribué à l'absence de prise d'information sur la circulation venant de l'arrière, du fait d'une attention captée par une personne ou un objectif à atteindre situé de l'autre côté de la voie (2 cas : âge des impliqués : 7 ans et 12 ans).

Autres éléments explicatifs :

- Bruit émis par un groupe de motocyclistes (motocyclettes de type « custom ») accompagnant le motocycliste impliqué, ayant sans doute contribué à la non détection du véhicule survenant de l'arrière (1 cas) ;
- inertie d'un poids lourd n'ayant pas permis au conducteur de réduire suffisamment sa vitesse pour éviter la collision (1 cas).

Facteurs de gravité :

- Agressivité d'un poids lourd en cas de collision avec un deux-roues (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- L'attention du conducteur du deux-roues est captée dans deux cas par une personne située de l'autre côté de la rue : dans un cas il s'agit de la mère d'un jeune cycliste de 12 ans l'appelant ; dans l'autre cas il s'agit d'une personne située dans une station service et faisant signe à un groupe de motocyclistes de la rejoindre. L'un des motocyclistes engage une manœuvre de tourne à gauche sans prendre d'information sur les deux autres voies situées sur sa gauche et pour le même sens de circulation ; Dans le dernier cas, l'attention d'un jeune cycliste de 7 ans est focalisée sur son domicile situé de l'autre côté de la voie et qu'il s'apprête à rejoindre ;
- dans un cas, l'heure tardive (01h00) à laquelle s'est produit l'accident et le trafic faible à cette heure de la journée ont sans doute favorisé l'absence de prise d'information sur l'arrière par un motocycliste tournant à gauche.

Domages corporels :

Les blessures sont bénignes dans deux cas. Il s'agit de contusions, de traumatismes bénins, de dermabrasions notamment. Dans le dernier cas, la nature exacte des blessures est indéterminée mais ces dernières semblent graves.

12.5 Présentation détaillée du scénario type 39

Scénario type 39

(décrit sur la base de 2 cas)

Situation de conduite

Le conducteur d'un véhicule circule sur une voie urbaine (voie de desserte dans un cas, artère urbaine dans l'autre cas). **S'apercevant qu'il vient de passer devant un endroit où il souhaite s'arrêter** (devant la personne avec qui il a rendez-vous dans un cas ou devant une cabine téléphonique dans laquelle il souhaite téléphoner dans l'autre cas), **le conducteur s'immobilise et s'apprête à effectuer une manœuvre de marche arrière afin de se stationner** (dans une aire de stationnement dans 1 cas, sur la chaussée dans l'autre cas). **Un cycle circule derrière le véhicule dans le même sens de circulation** (1 cas) **ou évolue à proximité et s'apprête à traverser la voie derrière le véhicule** (1 cas).

Situation d'accident

Le conducteur engage une manœuvre de marche arrière sans percevoir le deux-roues circulant derrière lui ou évoluant à proximité et engageant la traversée de la voie derrière lui.

Situation d'urgence

Le conducteur ne perçoit pas le deux-roues jusqu'au choc. Le conducteur du deux-roues n'effectue aucune manœuvre d'urgence (1 cas). L'autre cas reste indéterminé.

Situation de choc

Le véhicule percute le deux-roues.

Facteurs accidentogènes :

- Faible perceptibilité générale des deux-roues notamment lors d'une prise d'informations sur l'arrière (2 cas, dans l'un des deux cas, l'accident se produit de plus de nuit, conditions de luminosité dans lesquelles un cycle sans moteur est d'autant moins perceptible) ; plus généralement, la présence d'angles morts et le caractère peu aisé d'une prise d'information sur l'arrière ont sans doute eu une influence dans le déroulement de ces accidents ;
- voie urbaine large avec multiplicité des voies pour chaque sens de circulation ne favorisant pas la détection d'un deux-roues en provenance de l'un des deux trottoirs de la voie (1 cas) ;
- expérience de la conduite automobile limitée pour le conducteur du véhicule limitant ses capacités de prévision et d'anticipation sur l'éventuelle présence d'un usager derrière lui (1 cas : conducteur n'étant détenteur d'aucun permis).

Autres éléments explicatifs :

- Jeune âge (24 ans) d'un conducteur de sexe masculin, accompagné d'un ami ayant pu favoriser un style de conduite démonstratif et une manœuvre de marche arrière rapide (1 cas) ;
- heure tardive (23h) et trafic faible ayant pu favoriser et permettre une manœuvre de marche arrière sur une artère urbaine (1 cas) ;
- caractère inattendu pour un cycliste traversant la seconde partie d'une artère urbaine de la manœuvre de marche arrière du véhicule (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans l'un des deux cas, le conducteur circule sur une voie de desserte et, apercevant un camarade avec qui il a rendez-vous, freine et s'arrête. Il effectue alors une manœuvre de marche arrière et s'apprête à tourner (en marche arrière sans s'arrêter) en direction d'une aire de stationnement. C'est à l'amorce de cette manœuvre tournante qu'il entre en collision avec un deux-roues circulant dans le même sens que son sens de circulation initial.

Dommmages corporels :

Les blessures sont légères dans les deux cas. Dans un cas le cycliste est admis à l'hôpital quelques heures pour quelques soins et examens. Dans l'autre cas, il souffre de contusions, de

dermabrasions, de plaies multiples (dont une avec corps étrangers au coude gauche) et d'une section partielle d'un muscle du bras (triceps brachial).

12.6 Présentation détaillée du scénario type 40

Scénario type 40

(décrit sur la base de 2 cas)

Situation de conduite

Un cycliste circule sur le trottoir (dans un cas, il s'agit d'une piste cyclable aménagée sur le trottoir) d'une voie urbaine à l'approche d'une intersection de type « T » avec une rue secondaire qu'il s'apprête à traverser afin de poursuivre sa progression. Un véhicule en provenance de cette rue est arrêté à hauteur de l'intersection (légèrement en amont) du fait du régime de priorité. Le conducteur s'apprête à s'insérer sur l'axe prioritaire par une manœuvre de tourne à droite ou de tourne à gauche.

Situation d'accident

Pensant avoir été perçu par le conducteur du véhicule (ce dernier étant arrêté légèrement en amont, comme pour le laisser passer), le cycliste poursuit sa progression tandis que le conducteur du véhicule qui a l'attention focalisée dans la direction opposée au cycliste, redémarre et engage sa manœuvre tournante.

Situation d'urgence

Dans un cas, le cycliste n'a pas le temps de réagir (1 cas). L'autre cas reste indéterminé. Le conducteur du véhicule ne perçoit le deux-roues qu'au moment du choc.

Situation de choc

Collision fronto-latérale.

Facteurs accidentogènes :

- Visibilité dans l'intersection non optimale (masquée par un pilier de pont et par une barrière dans un cas, par une haie dans l'autre cas) n'ayant pas favorisé la détection du deux-roues par le conducteur du véhicule (2 cas) ;
- visibilité dans la direction opposée au cycliste masquée par un mur d'habitation ayant favorisé une focalisation de l'attention accrue dans la direction opposée au deux-roues (1 cas) ;
- aménagement d'une piste cyclable bidirectionnelle sur le trottoir d'une voie en sens unique générant en intersection des attentes inappropriées pour les conducteurs souhaitant s'insérer sur l'axe prioritaire (prise d'information unilatérale) (1 cas) ;
- aménagement d'une voie urbaine large et rapide (de type « 2x2 voies ») favorisant un report de la circulation des deux-roues légers sur les trottoirs (1 cas) ;
- faible perceptibilité générale des deux-roues (2 cas).

Autres éléments explicatifs :

- Caractère inattendu de la survenue d'un deux-roues circulant sur le trottoir et circulant en sens inverse par rapport à la circulation générale (1 cas : cas d'une rue en sens unique avec une piste cyclable bidirectionnelle aménagée sur le trottoir ; dans l'autre cas, le deux-roues circule sur le trottoir opposé par rapport à son sens de circulation).

Facteurs de gravité :

- Non port du casque par le cycliste (1 cas).

Autres aspects relatifs au déroulement :

- Dans les deux cas, le conducteur du véhicule a l'attention focalisée sur l'état du trafic circulant en sens inverse par rapport au sens de progression du deux-roues ;
- concernant, l'arrêt du véhicule légèrement en amont de l'intersection et faisant croire au cycliste que le conducteur l'a perçu et qu'il le laisse passer ; dans un cas, le conducteur est arrêté légèrement en amont en raison d'un véhicule le précédent venant de s'insérer sur l'axe prioritaire ; dans l'autre cas, l'arrêt en amont s'explique par la signalisation (de type « stop ») implantée légèrement en amont.

Domages corporels :

Les blessures infligées aux cyclistes sont superficielles dans les deux cas. Dans un cas, le cycliste souffre de contusions légères (contusion thoracique et contusion à la pommette droite). Dans l'autre cas, le cycliste est transporté à l'hôpital mais non admis pour des douleurs au visage ainsi qu'aux membres supérieurs.

Chapitre 13 :

Conclusion de la deuxième partie

Le premier objectif de notre travail de recherche était l'élaboration d'un ensemble de scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons et la mise en évidence pour chacun d'entre eux, d'un ensemble de mesures possibles de prévention (notamment en terme d'aménagement de la voirie) en référence à la littérature scientifique internationale en sécurité routière. Nous avons présenté dans cette deuxième partie les résultats issus de ce travail.

Dans un premier temps (chapitre 5), nous avons rappelé quelques éléments relatifs aux données et aux méthodes (méthode d'analyse séquentielle de l'accident et d'élaboration des scénarios types notamment) utilisées. Nous avons également exposé dans ce chapitre sous une forme globale et schématique une partie des résultats, à savoir : la série de scénarios types obtenus. Ces scénarios types ont été élaborés à partir d'un premier échantillon de 507 cas représentatif des accidents corporels urbains n'impliquant pas de piétons recensés en France par les forces de l'ordre. L'évaluation de leur portée (propre à la série de scénarios types obtenus et propre à chacun des scénarios types) a ensuite été examinée à partir d'un échantillon indépendant de 100 cas d'accidents.

Les chapitres suivants (chapitres 6 à 12) ont été consacrés à la description détaillée des scénarios types. Dans chacun de ces chapitres, nous avons présenté plusieurs scénarios types regroupés a posteriori autour d'une problématique commune. Les scénarios types mettant en évidence des phénomènes de masques à la visibilité (hors situation de remontées de files et de dépassement) ont été traités dans le chapitre 6. Dans le chapitre 7, ont été décrits des scénarios types concernant d'autres problèmes de non perception ou de prise d'information. La description de scénarios types correspondant à des phénomènes de dépassement ou de remontée de files de véhicules a fait l'objet du chapitre 8. Le chapitre 9 a été consacré à des scénarios types d'accidents se produisant en intersections équipées de feux tricolores généralement suite au franchissement au feu rouge par un impliqué. Dans le chapitre 10 et 11, ont été respectivement décrits des scénarios types concernant des accidents liés au contrôle de la vitesse par rapport aux véhicules précédents et liés à des phénomènes de perte de contrôle. Enfin, d'autres scénarios types, n'ayant pu être regroupés au sein des groupes précédents, ont été décrits dans le chapitre 12.

Au-delà de cette présentation détaillée des scénarios, une discussion relative aux possibilités de prévention a également été proposée pour les 24 premiers d'entre eux (chapitres 6 à 9) et cela en référence à la littérature scientifique internationale en sécurité routière. Concernant les éléments de discussion relatifs aux moyens de prévention correspondant aux 16 scénarios types suivants (chapitres 10 à 12), ces travaux sont actuellement en cours d'achèvement et feront l'objet d'un rapport INRETS publié à la fin de l'année 2006 et reprenant l'ensemble des scénarios types présentés dans cette partie ainsi que les différentes stratégies possibles en matière de prévention correspondant à ces scénarios.

En conclusion, les principaux résultats obtenus se présentent sous la forme suivante :

- un ensemble de quarante scénarios types d'accidents précisément décrits et documentés, représentant environ 81 % des accidents corporels n'impliquant pas de piétons et recensés en France par les forces de l'ordre en milieu urbain ;
- une discussion pour chacun des vingt-quatre premiers scénarios types des possibilités de mesures préventives correspondantes (notamment en matière d'aménagements de voirie) et cela en référence à la littérature antérieure en sécurité routière.

Ces résultats complètent ceux de Brenac et *al.* (2003) portant sur les scénarios types d'accidents de piétons et permettent ainsi de disposer d'une connaissance d'ensemble des phénomènes d'accidents se produisant en milieu urbain et des mesures de prévention correspondantes.

Ces ensembles de connaissances exprimées sous la forme de séries de scénarios types d'accidents auxquels sont associés des propositions en matière de prévention nous permettent ainsi de pouvoir traiter le second objectif de notre travail de recherche, à savoir l'évaluation de l'opérationnalité de méthodes et d'outils permettant la mise en œuvre de ces connaissances de référence dans le contexte des études courantes de sécurité réalisées par des praticiens. Ce travail fait l'objet de la troisième partie.

Troisième partie

La question de l'opérationnalité des outils
méthodologiques s'appuyant sur les scénarios types
d'accidents

Introduction :

Les résultats présentés dans la deuxième partie sous la forme d'une série de scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons, auxquels sont associés des connaissances sur les moyens de prévention, permettent désormais de disposer, avec les travaux de Brenac et *al.* (2003), d'une connaissance d'ensemble des phénomènes d'accidents se produisant en milieu urbain et des perspectives de prévention correspondantes.

Cet ensemble complet de scénarios types d'accidents urbains peut être utilisé par des praticiens dans le cadre d'études locales de sécurité en tant que connaissances de référence. L'activité diagnostique des praticiens ne consiste plus alors à procéder à l'analyse approfondie de chaque cas d'accident et à l'élaboration de scénarios types sur la base de ces données locales, coûteuses en temps et en expertise, mais repose principalement sur l'affectation (de façon manuelle ou automatique) des cas à des scénarios types préétablis et aux connaissances sur la prévention qui y correspondent.

La mise en œuvre d'une telle démarche nécessite un ensemble d'outils méthodologiques : un ensemble complet de scénarios types, assortis de connaissances sur la prévention, et des méthodes (manuelles ou automatiques) permettant l'affectation des cas du terrain d'étude à ces scénarios types.

Cette troisième partie porte sur le second objectif de notre recherche, à savoir : l'évaluation de l'opérationnalité de ces outils méthodologiques d'aide au diagnostic de sécurité : corpus de scénarios types d'accidents, connaissances sur la prévention, méthodes manuelles ou automatiques de reconnaissance de l'appartenance de cas aux scénarios types. En référence à la littérature du domaine de l'ergonomie relative à l'évaluation d'outils informatiques, de machines ou encore de produits de consommation courante, et comme nous l'avons exposé dans la première partie de ce mémoire, nous ferons porter cette évaluation sur deux aspects : d'une part, l'utilité relative de tels outils méthodologiques c'est-à-dire leur utilité en comparaison avec des méthodes d'études opérationnelles plus traditionnelles ne les utilisant pas (chapitre 14) ; d'autre part, leur utilisabilité par des praticiens dans le cadre d'études courantes de sécurité réalisées dans un cadre opérationnel et sans l'appui de chercheurs en sécurité routière (chapitre 15).

Chapitre 14 :

Contribution à l'évaluation de l'utilité relative des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident

Comme nous l'avons vu dans la première partie (chapitre 3, point 3.3.1), dans le domaine de l'ergonomie, la notion d'utilité d'un système, d'un outil, ne fait pas l'objet d'une définition univoque et consensuelle, mais l'examen de la littérature permet de mettre en évidence principalement deux aspects différents, et d'une certaine façon complémentaires, de la notion d'utilité :

– l'utilité au sens d'une concordance entre la finalité, les fonctionnalités du système d'une part et les buts ou besoins de l'utilisateur d'autre part (voir par exemple : Mizzaro, 1998 ; Boisen et *al.*, 2003) ;

– l'utilité au sens de l'impact du système sur le travail de l'utilisateur et sur les produits de ce travail, c'est-à-dire au sens de l'apport du système au travail de l'utilisateur (voir notamment : Scholtz, 2006) ; il s'agit là d'une notion d'utilité relative : l'apport du système relativement à une situation « sans système ».

L'utilité des méthodes diagnostiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident, au sens d'une concordance entre finalité de l'outil et buts des utilisateurs, semble ressortir du rapide examen de la littérature que nous avons présenté au chapitre 3 (point 3.3.1.), concernant des spécimens de la littérature technique relative aux études de sécurité (rapports d'études opérationnelles de diagnostic, guides méthodologiques), et les publications issues des recherches et recherches-actions sur les méthodes diagnostiques utilisant la notion de scénario type d'accident.

En revanche, la question de l'utilité relative de ces outils méthodologiques, au sens de leur apport au travail de diagnostic relativement à une situation où l'analyste n'utilise pas ces outils, n'a pas été étudiée, à notre connaissance.

L'objet du présent chapitre est d'apporter une contribution concernant l'évaluation de l'utilité relative d'outils méthodologiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident. Nous présentons dans un premier temps quelques éléments sur la démarche que nous avons mise en œuvre, et concernant le choix des terrains d'étude, puis nous présentons les résultats concernant chacun des deux terrains d'étude. En conclusion, nous revenons sur les principaux enseignements tirés de ces analyses.

14.1. Méthode mise en œuvre et terrains d'étude

Nous allons nous intéresser dans la suite plus particulièrement à l'évaluation de l'utilité relative d'un outil méthodologique permettant :

1) l'identification du scénario type de rattachement pour chacun des cas d'accident du terrain d'étude ; il s'agit de scénarios types issus du corps de scénarios types de référence ;

2) la présentation des différents scénarios types rencontrés, avec l'enjeu associé (en nombre de cas concernés sur le terrain d'étude), cette présentation étant hiérarchisée en fonction des enjeux correspondants ;

3) la présentation des pistes d'action de prévention correspondant aux principaux scénarios types rencontrés (correspondant à au moins 5 % des cas sur le terrain d'étude) ; il s'agit des pistes d'action associées aux scénarios types de référence (voir la deuxième partie de ce mémoire, et la référence Brenac et *al.*, 2003, concernant les accidents de piétons).

4) la représentation cartographique des cas correspondant à chacun de ces principaux scénarios types.

Cet outil est en principe entièrement automatisable, mais le stade de développement actuel du projet d'outil logiciel, en collaboration avec l'Université Paris V, n'a pas permis de mettre en œuvre cet outil sous une forme automatique. Nous évaluons donc plutôt cet outil par une forme de simulation : en particulier, l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types est effectuée par une personne du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS⁷⁰, cette affectation manuelle étant supposée donner une représentation de ce que pourraient être les résultats d'une affectation automatique par un système fiable.

On peut noter également que même sans automatisation, cet outil méthodologique peut être mis en œuvre avec un faible degré d'expertise : cela demande l'expertise nécessaire à l'affectation des cas aux scénarios types de référence (des éléments sont apportés à ce sujet dans le chapitre 15), mais non celle nécessaire à l'analyse approfondie des cas, ni celle concernant les moyens de prévention.

La question de l'utilité relative de cet outil peut être posée comme suit :

– Pour un utilisateur expert en sécurité routière, quel est l'apport de cet outil par rapport à une démarche d'étude plus courante ne l'utilisant pas : fait-il émerger de façon plus complète les problèmes d'insécurité routière ou les moyens de prévention envisageables ou du moins met-il en évidence des phénomènes ou des pistes d'actions qui n'auraient pas été identifiés par une démarche plus courante ?

⁷⁰ Sur la base de l'examen des procédures d'accidents relatives aux cas survenus sur les terrains d'étude retenus.

– Pour un utilisateur non expert en sécurité routière, quel est l'apport de cet outil : les résultats de sa mise en œuvre permettent-ils de retrouver en partie ceux qu'obtiendrait un expert avec une démarche d'étude plus courante ? Le système pourrait-il alors compenser au moins en partie la faiblesse de l'expertise de l'utilisateur ?

Pour tenter d'apporter une réponse au moins partielle à ces questions, nous avons choisi de comparer :

a) les conclusions issues d'une étude opérationnelle de diagnostic réalisée par un praticien expert (ayant une bonne expérience des études de sécurité), sur la base du rapport d'étude qu'il a remis au commanditaire, et

b) les conclusions issues de la mise en œuvre de l'outil méthodologique tel que nous venons de le décrire et sans autre apport d'expertise (situation qui pourrait correspondre à la mise en œuvre de l'outil automatique par un non expert).

Si la comparaison fait apparaître que les conclusions obtenues en (b) apportent des compléments par rapport aux conclusions obtenues en (a), cela suggère que l'outil méthodologique peut avoir une utilité relative, y compris pour un expert. Si les conclusions obtenues en (b) permettent de retrouver au moins en partie celles obtenues en (a), cela suggère que le système peut avoir une utilité relative, du moins pour une personne non experte ou faiblement experte.

Concernant le point 4), c'est-à-dire la représentation cartographique des cas correspondant aux principaux scénarios types, il faut cependant noter qu'une comparaison avec les conclusions du praticien n'est possible que si les cartes produites par l'outil font l'objet d'une interprétation, ce qui suppose un certain apport d'expertise par l'utilisateur du système. Une personne du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS a donc interprété les cartes produites par le système⁷¹ ; cet apport d'expertise limite la portée de la comparaison avec les conclusions du praticien expert : seule une plus-value liée à cette utilisation du système pourrait alors suggérer l'existence d'une utilité relative de l'outil concernant cette fonctionnalité.

La démarche comparative que nous venons de décrire a été appliquée successivement à deux terrains d'étude.

Il est clair cependant que cette démarche ne peut constituer qu'une première contribution sur le sujet de l'évaluation de l'utilité relative de tels outils. Des évaluations ultérieures resteront nécessaires, en particulier lorsqu'une version automatisée de l'outil pourra être mise en œuvre.

Nota : D'autre part, il aurait pu paraître préférable de se placer dans un cadre comparant plus directement (i) la réalisation d'une étude de sécurité par une personne ne disposant pas de l'outil et (ii) la réalisation de la même étude par la même personne disposant de l'outil méthodologique à évaluer. Cependant, cette démarche aurait posé des problèmes d'ordre pratique (il aurait été nécessaire de faire réaliser une deuxième fois l'étude par le bureau d'études) et des problèmes de méthode expérimentale : la répétition de l'étude — (i) puis (ii) — pouvant générer par elle-même une plus-value, difficile à distinguer de la contribution de

⁷¹ Sans avoir pris connaissance de l'étude réalisée par le praticien, bien entendu.

l'outil méthodologique. L'ordre inverse — (ii) puis (i) — peut également biaiser la comparaison, les conclusions de (i) pouvant alors être influencées par l'étude faite en (ii).

Terrains d'études

Deux terrains d'études situés dans le département des Hauts de Seine ont été retenus : d'une part, le boulevard circulaire⁷² entourant le quartier de la Défense et situé sur plusieurs communes du département, à savoir : Puteaux, Courbevoie et Nanterre ; d'autre part la Route Départementale n°909 située sur les communes de Clichy et Levallois-Perret. La figure 6 ci-après situe ces deux terrains d'étude par rapport à la région parisienne.

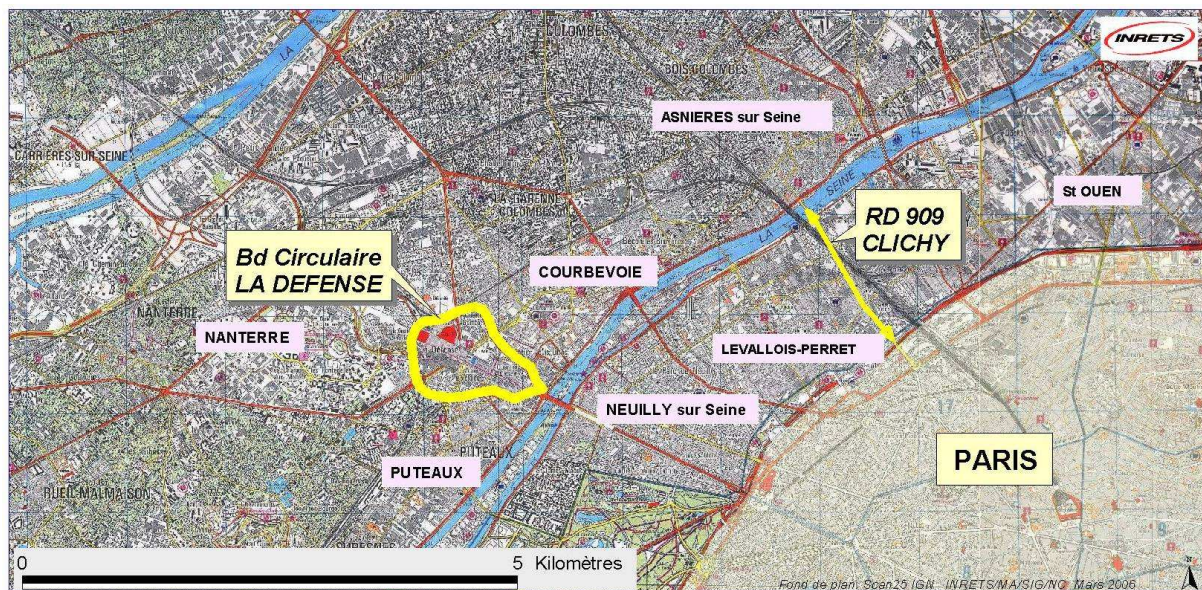


Figure 6 : Plan de situation des deux terrains d'étude retenus : le Boulevard Circulaire de la Défense et la Route Départementale n°909 à Clichy – Levallois-Perret

Le choix de ces deux terrains d'étude a tout d'abord été conditionné par leur présence dans le département des Hauts de Seine puisque particulièrement urbain⁷³ et puisque nous disposons pour l'ensemble de ce département des procédures d'accidents sous forme numérisées. Ces deux terrains ont également été retenus puisque ayant fait l'objet relativement récemment d'une étude diagnostique de sécurité réalisée par un praticien.

Les procédures d'accidents prises en compte pour la mise en œuvre de l'outil méthodologique, sont les procédures relatives aux cas d'accidents survenus sur chacun de ces deux terrains d'études, sur une période correspondant à celle sur laquelle portait l'étude réalisée par le praticien.

⁷² La dénomination administrative de ce boulevard est la Route Nationale 13. Cependant, compte tenu du caractère largement utilisé de la dénomination de « boulevard circulaire », y compris dans les documents de l'Établissement Public pour l'Aménagement de la région de la Défense (E.P.A.D), c'est cette dénomination qui sera utilisée dans ce qui suit.

⁷³ Environnement sur lequel portent les scénarios types présentés dans la deuxième partie et ceux (pour leur majorité) décrits dans la référence : Brenac et *al.*, 2003.

Nous présentons aux points suivants 14.2 et 14.3, les résultats relatifs à ces deux terrains d'étude.

14.2 Application au terrain du Boulevard Circulaire de La Défense

Nous présentons dans ce qui suit : le site du Boulevard Circulaire ainsi que le contexte dans lequel l'étude réalisée par le praticien a été demandée (14.2.1) ; les conclusions issues de la mise en œuvre de l'outil méthodologique, à savoir : les résultats issus de l'affectation des cas d'accidents du terrain d'étude aux scénarios types de référence et les pistes d'action de prévention déduites de cette affectation (14.2.2) ; les conclusions du praticien en terme de diagnostic des phénomènes d'accidents et de mesures de prévention (14.2.3) ; la comparaison des conclusions ressortant de ces deux démarches (14.2.4). Nous traitons ensuite (14.2.5) la question de l'utilité relative d'une cartographie des cas d'accidents et des scénarios types auxquels ils correspondent et pouvant être générée de façon automatique par l'outil, par rapport à une cartographie plus traditionnelle des phénomènes d'insécurité routière et utilisée par le praticien. Enfin, nous revenons en conclusion sur les principaux enseignements que l'on peut retirer de ces analyses.

14.2.1 Le Boulevard Circulaire de La Défense : présentation du terrain d'étude et du contexte de l'étude réalisée par le praticien

Mis en service au cours de l'année 1971, le boulevard circulaire entoure le quartier d'affaires de la Défense. Initialement conçu pour les automobilistes en transit entre Paris et l'Ouest francilien, il supportait avant la mise en service en 1996 de l'autoroute A14 (voir plan de situation ci-après), l'ensemble du trafic s'écoulant entre la porte Maillot et la ville nouvelle de Cergy-Pontoise. Hormis cette fonction de transit qui, en partie se poursuit aujourd'hui, cet axe a également pour fonction de desservir les onze quartiers de la Défense qui se trouvent à l'intérieur ou à l'extérieur de l'anneau. D'une longueur totale de 3,8 kilomètres, ce boulevard a longtemps été (et continue d'être en grande partie aujourd'hui) aménagé comme une voie rapide urbaine dédiée exclusivement au trafic automobile. L'emprise affectée à ce trafic variait alors entre 14 mètres et 18 mètres selon les secteurs et induisait un profil en travers comprenant entre trois et cinq voies, toutes affectées au même sens de circulation. Ces caractéristiques qui perdurent aujourd'hui, couplées au « profil en long⁷⁴ » dissuadent toute circulation locale (piétons, riverains, *etc.*) et font que ce boulevard constitue une coupure entre le quartier de la Défense et les quartiers environnants.

Sur la grande partie de son tracé, le boulevard circulaire ne comporte en effet aucune traversée piétonne aménagée à niveau par exemple, ni aucun carrefour dans lequel les usagers du boulevard ne sont pas prioritaires. Les modes sont ségrégués. Les traversées de piétons se font par l'intermédiaire de passerelles implantées à différents endroits du tracé (voir figure 7 ci-après). Une telle conception est la conséquence des choix d'aménagement et d'urbanisme

⁷⁴ Du fait de l'urbanisme en dalles du quartier de la Défense, une grande partie du boulevard n'est pas à niveau mais sur différents ouvrages d'art (viaducs) induisant ainsi un « profil en long » alternant sections montantes et sections descendantes.

(urbanisme de dalles) faits dans les années 60 au début de la construction du quartier de la Défense.



Figure 7 : Exemple en fond d'image de l'une des huit passerelles pour piétons implantées à différents endroits du boulevard circulaire. (Cliché de l'auteur).

C'est à la suite de la mise en service en novembre 1996 de l'autoroute A14 passant en souterrain sous le quartier de la Défense (voir plan de situation ci-après), que l'EPAD⁷⁵, décide de repenser l'aménagement du boulevard circulaire. L'autoroute a en effet permis le report d'une partie du trafic de transit que supportait jusqu'alors le boulevard circulaire. Du fait des réserves de capacité que comportait désormais le boulevard (et cela en prenant en compte à l'horizon 2015 l'évolution des niveaux de trafics), un projet de réaménagement plus urbain du boulevard est entrepris. Un dossier d'études préliminaires distinguant trois variantes pour ce réaménagement est réalisé au cours de l'année 1997 par l'EPAD puis et transmis fin 1997 pour avis, aux différents services du ministère de l'équipement (Direction des Routes ; CERTU⁷⁶ ; DREIF⁷⁷ ; DDE⁷⁸ des Hauts de Seine, *etc.*) dont notamment le Conseil Général des Ponts et Chaussées. Les différentes variantes de réaménagement, notamment celle recommandée par l'EPAD dans son rapport d'études préliminaires, sont examinées par le Conseil Général des Ponts et Chaussées. La variante recommandée par l'EPAD repose notamment sur la création de quatorze carrefours à feux gérés par une onde verte modérante afin de diminuer les vitesses pratiquées et de se rapprocher davantage de celles pratiquées sur une artère urbaine plus traditionnelle. D'autre part, cette variante prévoit également la création d'une piste cyclable mixte (piétons et deux-roues) aménagé le long du boulevard circulaire, sur toute la longueur de son tracé.

⁷⁵ EPAD : Etablissement public pour l'aménagement de la région de la Défense, établissement à caractère industriel et commercial.

⁷⁶ CERTU : Centre d'Etudes sur les Réseaux les Transports l'Urbanisme et les constructions publiques.

⁷⁷ DREIF : Direction Régionale de l'Equipement d'Ile de France.

⁷⁸ DDE : Direction Départementale de l'Equipement.

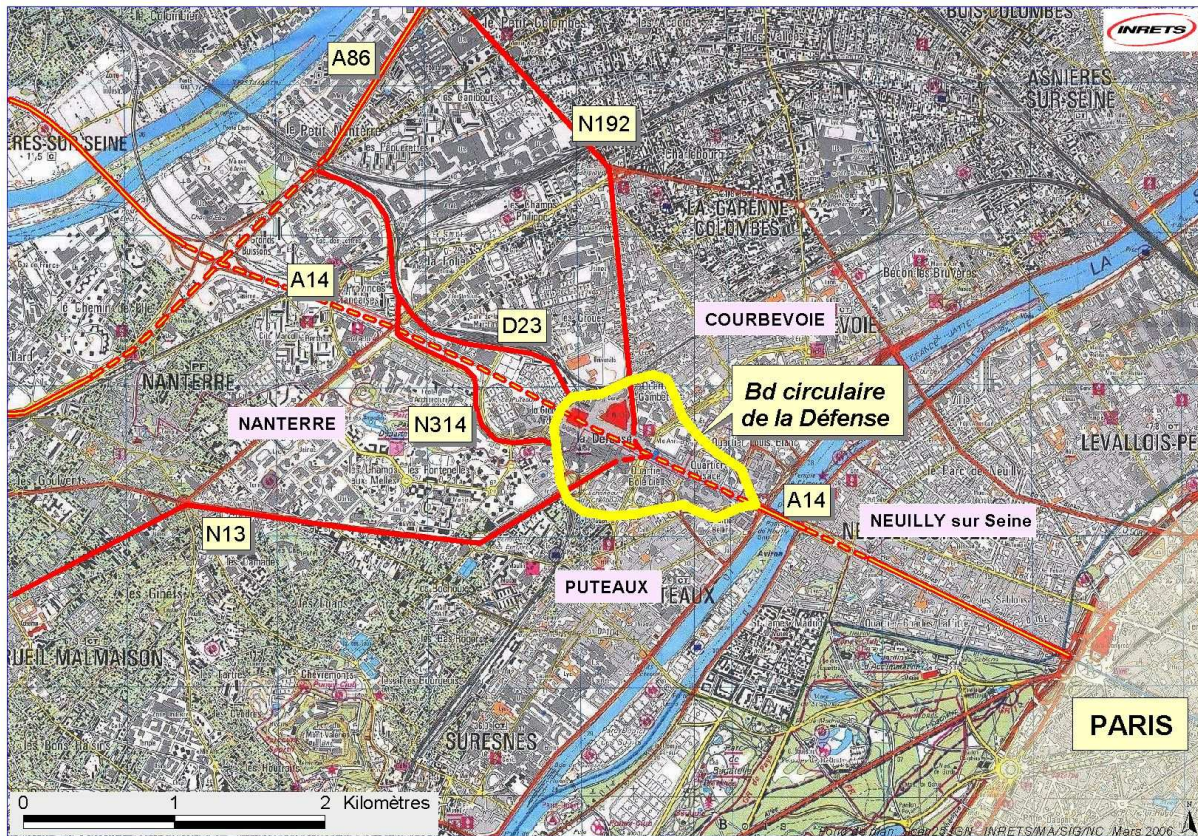


Figure 8 : Plan de situation du boulevard circulaire entourant le quartier de la Défense et représentation des principaux autres axes routiers structurants dont l'autoroute A14 passant sous le quartier de la défense

L'une des principales conclusions formulées dans l'avis de l'inspecteur Général des Ponts et Chaussées concerne la sécurité. Dans cet avis transmis à l'EPAD le 4 octobre 2000, l'inspecteur général note que : « il convient d'être prudent quant à l'évolution de la sécurité sur cet axe après aménagement. On peut même craindre que l'aménagement n'entraîne une certaine dégradation de la sécurité (sur cet axe déjà particulièrement accidentogène en référence aux voiries du même type de la région Île de France), en créant des conflits entre les différents types de circulation actuellement séparés » (avis de l'inspecteur Général des Ponts et Chaussées sur le réaménagement du boulevard circulaire de la Défense, p.9). L'inspecteur général note également qu'il conviendrait pour la poursuite du projet et du fait de l'absence d'une étude pertinente sur la sécurité du boulevard, de « faire effectuer un audit de sécurité par un expert reconnu en matière de sécurité routière » (même référence, p.14). C'est dans ce cadre qu'un avis de sécurité a été demandé à un bureau d'études, spécialisé dans le domaine des études locales de sécurité et sur lequel nous nous appuyons pour effectuer notre comparaison.

Cette étude a donné lieu à un rapport d'étude en février 2001 qui comporte d'une part une analyse de l'insécurité routière du boulevard circulaire avant réaménagement (de 1995 à 1999) accompagnée d'un ensemble de mesures de prévention correspondant à cette insécurité et d'autre part, un avis, s'appuyant sur cette analyse, sur les effets en termes de sécurité, des aménagements envisagés par l'EPAD. Comme nous l'avons vu plus haut, les conclusions de

cette étude en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et en matière de pistes d'actions de prévention serviront de base de comparaison dans l'évaluation de l'utilité relative de l'outil méthodologique reposant sur la notion de scénario type d'accident.

Nous présentons dans un premier temps les conclusions (en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention) issues de l'application de l'outil méthodologique.

14.2.2 Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'application de l'outil méthodologique

Nous exposons ici les résultats issus de l'application de l'outil méthodologique au cas du boulevard circulaire de la Défense. Sont présentés dans un premier temps, les résultats de l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence. Ce travail a été mené à partir des données d'accidents PACTOL des années 1997 à 1999 disponibles au département Mécanismes D'accidents de l'INRETS. Nous présentons ensuite les pistes d'action de prévention ressortant de l'application de l'outil et s'appuyant sur les scénarios types rencontrés.

14.2.2.1 Résultats de l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence

Les 65 cas d'accidents, survenus entre 1997 et 1999 sur le boulevard circulaire de la Défense, ont été rapprochés des scénarios types présentés dans la deuxième partie de ce mémoire (scénarios d'accidents urbains sans piéton) et des scénarios types d'accidents de piéton décrits dans la référence : Brenac et *al.*, 2003.

Parmi ces 65 accidents, 38 ont été affectés à des scénarios types, 10 cas sont des cas particuliers hors scénarios types, 17 cas sont des cas indéterminés (insuffisance de l'information dans la procédure d'accident) (voir tableau 5). Les enjeux relatifs correspondants aux différents scénarios types sont donc à apprécier par rapport au total des 48 cas déterminés (38 + 10).

Tableau 5 : Boulevard circulaire de la Défense : Cas affectés aux scénarios types, cas non affectés, cas indéterminés

Affectation des cas d'accidents	Nombre de cas
Cas affectés aux scénarios types de référence	38
Cas particuliers non affectés aux scénarios types de référence	10
<i>Total des cas déterminés</i>	48
Cas indéterminés (insuffisance des données)	17
Total	65

Les scénarios types obtenus rendent compte de près de 80 % (79 %) des cas accidents analysables se produisant sur le boulevard circulaire.

Sur la soixantaine de scénarios types de référence, 7 sont représentés sur cet axe. Parmi ceux-ci, 3 scénarios types sont représentés chacun par au moins 5 % des cas (au moins 3 cas) : l'un est représenté par 4 cas, un autre par 12 cas, et un autre par 15 cas. Globalement ces 3 scénarios types représentent 65 % des cas de cet axe (hors cas indéterminés). Les intitulés schématiques de ces trois scénarios types sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Scénarios types représentés par au moins 3 cas sur le boulevard circulaire de la Défense

Sc. 8 — Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.	12 cas
Sc. 26 — Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval.	4 cas
Sc. 31 — Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée).	15 cas

En outre, 3 scénarios types sont représentés chacun par 2 cas. Ensemble, ces scénarios types représentent environ 13 % des cas (en dehors des cas indéterminés). Il s'agit des scénarios types dont les intitulés schématiques suivent :

Sc. 25 — Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents (généralement arrêtés ou très ralentis) (2 cas).

Sc. 29 — Conducteur inexpérimenté en perte de contrôle en courbe, souvent liée à une approche rapide (2 cas).

Sc. 32 — Perte de contrôle suite à une focalisation momentanée de l'attention sur une tâche annexe (2 cas).

Un dernier scénario type de référence rencontré sur le boulevard n'est représenté que par un cas du corpus d'accidents examiné. Il s'agit du scénario d'accident de piéton Pc1 (*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* ; Brenac et al., 2003).

Nous présentons ci-après, les pistes d'actions de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique.

14.2.2.2 Pistes d'action en matière de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique

L'application de l'outil conduit à lister pour les trois scénarios types principaux rencontrés sur le boulevard circulaire, les pistes d'actions préétablies pour chacun de ces scénarios sur la base de la littérature internationale. La formulation de ces pistes d'action est extraite de travaux non encore publiés, menés en collaboration avec l'université Paris V, sur la base notamment du rapport Brenac et al. (2003) et de la deuxième partie de ce mémoire ; les formalismes de présentation sont ceux qui ont été choisis pour permettre leur implémentation dans le cadre du développement de l'outil d'aide au diagnostic en cours d'élaboration ; ils

distinguent : les problèmes de sécurité, les objectifs à rechercher, et les moyens d'action possibles pour atteindre ces objectifs.

Tableau 7 : Boulevard circulaire : pistes d'action en matière de prévention des accidents issues de l'application du système s'appuyant sur les scénarios types d'accidents

Scénario type 8 (25 % des cas du boulevard circulaire)

Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.

- Aménagement de plusieurs voies pour le même sens de circulation => génère des manœuvres de changement de files particulièrement défavorables aux deux-roues motorisés compte tenu de leur faible perceptibilité et de leur vulnérabilité

- Aménagement large, rectiligne avec multiplicité des voies pour le même sens de circulation => favorise la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (la vitesse du véhicule circulant sur la voie de destination conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois la manœuvre de changement de file du véhicule aval, engagée ; la vitesse a une influence défavorable sur la position du deux-roues motorisé venant de l'arrière et sur sa perceptibilité par l'autre usager, au moment critique de la prise d'information précédant le changement de file

- Diminution par différents moyens de la fréquence des manœuvres de changement de file
 - Réduction de l'espace affecté au trafic automobile par une diminution du nombre de voies de circulation
 - Aménagement de contre-allées lorsque l'emprise le permet
- Réduire la vitesse globalement sur l'ensemble de la section concernée par des accidents relevant de ce scénario type
 - Réduction du nombre de voies de circulation associées à d'autres dispositifs visant une réduction des vitesses (mise en place de terre-plein centraux, d'effets de chicane, de carrefour giratoire à hauteur des intersections ou d'autres techniques de traffic-calming – voir CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994 –) et cela y compris dans le cas d'infrastructures supportant un trafic important
 - Dans le cas d'infrastructures supportant un trafic très important et pour lesquelles les mesures proposées ci-dessus s'avèrent délicates (fort risque de congestion par exemple), un renforcement durable du système de contrôle-sanction des excès de vitesse peut être envisagé

Scénario type 26 (environ 8 % des cas sur le boulevard circulaire)

Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval.

- Aménagement large, roulant, avec généralement multiplicité des voies de circulation => favorise la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés et inadaptés aux conditions de circulation (trafic dense => distance entre véhicules faibles, formation de ralentissements) ou inadaptés à la présence d'un feu tricolore en aval

- Visibilité sur la situation en aval masquée par le tracé (virage) ou par le profil en long => n'a pas permis au conducteur de percevoir suffisamment à temps la présence du ralentissement en aval

- Dans le cas d'accidents se produisant à l'approche de carrefours équipés de feux tricolores, la faible perceptibilité des signaux de feu tricolore (absence de potence par exemple, de signaux répétés) peut parfois être en cause en n'ayant pas favorisé l'anticipation par le conducteur du ralentissement en aval

- Présence éventuelle de défauts dans la surface de chaussée ayant contribué à l'échec de freinages d'urgence, notamment en cas de chaussée mouillée

- Réduction du niveau général des vitesses pratiquées sur l'ensemble de la section concernée par les accidents relevant de ce scénario type
 - Réaménagement global de la voirie visant une réduction des vitesses : mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir notamment CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994) : par exemple : réduction de la largeur et du nombre de voies de circulation ; aménagement ou élargissement de trottoirs ; mise en œuvre d'équipements introduisant une contrainte dynamique comme les carrefours giratoires, les plateaux surélevés au niveau des intersections, les chicanes et cela y compris dans le cas d'infrastructures supportant un trafic important. Dans le cas d'infrastructures urbaines comportant plusieurs carrefours à feux successifs, la mise en place d'une onde verte modérante peut être envisagée
 - Dans le cas d'infrastructures urbaines supportant un trafic très important et pour lesquelles les mesures proposées ci-dessus s'avèrent délicates à mettre en œuvre (fort risque de congestion par exemple), un renforcement durable du système de contrôle-sanction des excès de vitesse peut être envisagé
- Améliorer dans la mesure du possible les conditions de visibilité générale pour tout conducteur sur la situation en aval, notamment à l'approche de zones fréquemment congestionnées ou de carrefours à feux
- Dans le cas d'accidents se produisant à l'approche de carrefours équipés de feux tricolores, améliorer la perceptibilité des signaux de feux
 - Mise en place notamment de potence de feux tricolores, de signaux répétés
- Dans le cas de zones d'accumulation d'accidents relevant de ce scénario type (approches de carrefours à feux par exemple), une amélioration ponctuelle des caractéristiques de surface (adhérence, uni longitudinal) pourra être recherchée
 - Relever l'éventuelle présence de défauts dans le niveau d'adhérence ou dans l'uni longitudinal. En cas de défaut => réfection de la chaussée
 - En l'absence de défaut, l'utilisation ponctuelle de revêtements à haute adhérence peut être envisagée => nécessite cependant une surveillance étroite et continue de sa dégradation dans le temps. L'objectif de réduction des vitesses reste donc le premier à rechercher.

Scénario type 31 (environ 31 % sur le du boulevard circulaire)

Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée).
--

- Aménagement large et/ou conditions d'approche rapides en amont de la courbe => favorise des niveaux de vitesse relativement élevés et inadaptés aux conditions de courbure et d'adhérence ; incohérence de l'aménagement entre la partie amont du tracé et les contraintes de trajectoires engendrées par la courbe (courbe de rayon assez faible sur un tracé jusque là facile)
- Présence éventuelle de défauts dans la surface de chaussée dans la courbe => contribue à la perte de contrôle du véhicule sur chaussée mouillée

- Modération des vitesses pratiquées sur l'ensemble de la section concernée par les accidents de ce scénario type
 - Modification de l'aspect routier de la voie avec mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994) : par exemple : réduction de la largeur et/ou du nombre de voies de circulation ; aménagement ou élargissement de trottoirs ; mise en œuvre d'équipements introduisant une contrainte dynamique comme les carrefours giratoires, les plateaux surélevés, les chicanes
 - Renforcement durable du système de contrôle-sanction des excès de vitesse

- Amélioration ponctuelle des caractéristiques de surface de chaussée dans les zones de fortes sollicitations transversales (virages) dans lesquelles se produisent ces accidents (adhérence, uni longitudinal notamment)
 - Relever l'éventuelle présence de défauts dans le niveau d'adhérence (pouvant être liés à l'abondance de salissures du fait des rejets atmosphériques des moteurs ou à l'usure des surfaces) => relève de l'entretien courant des chaussées
 - Relever l'éventuelle présence de défauts de l'uni longitudinal (ondes courtes) => réfection ponctuelle de la chaussée
 - Relever l'éventuel drainage insuffisant des eaux de surface pouvant conduire à la formation de flaques ou l'hiver de plaques de verglas => relève de l'entretien courant
 - En l'absence de défauts dans les caractéristiques de surface, la mise en place ponctuelle d'un revêtement à haute adhérence peut être envisagée => nécessite cependant une surveillance étroite et continue de sa dégradation dans le temps. L'objectif de réduction des vitesses reste donc le premier à rechercher.
-

Nous présentons dans ce qui suit les conclusions du praticien ayant réalisé une étude de la sécurité du boulevard circulaire. Ces conclusions sont issues de la partie « analyse du niveau de sécurité actuel du boulevard circulaire » du rapport d'étude transmis en février 2001 aux différents commanditaires de l'étude (l'Inspection Générale des Ponts et Chaussées, Direction des Routes, EPAD, notamment). Elles reposent sur l'analyse des données d'accidents des années 1995 à 1999, données issues du fichier « accidents » de la CDES du département des Hauts de Seine, sur un retour aux procès verbaux d'accidents et sur une série d'observations du site et de son fonctionnement.

14.2.3 Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'étude opérationnelle réalisée par le praticien

Nous exposons ici d'une part, les conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur le boulevard circulaire et d'autre part les pistes d'actions de prévention qu'il recommande à partir de ce diagnostic.

14.2.3.1 Conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur le boulevard circulaire.

Pour l'étude des phénomènes d'accidents se produisant sur le boulevard circulaire, le praticien distingue les accidents en section courante et ceux se produisant en carrefour. Concernant les accidents se produisant en section courante, le praticien met en évidence l'importance des phénomènes de perte de contrôle et des accidents liés à des manœuvres de changement de file ou d'insertion. Il montre que les accidents liés à des perte de contrôle de véhicule seul représentent environ 45 % des cas, tandis que les accidents liés à des manœuvres de changement de file ou d'insertion correspondent à environ 36 % des cas. En ce qui concerne les accidents se produisant en carrefour, l'analyse porte davantage sur les

typologies des collisions (collision frontale, par le côté, *etc.*). Ainsi, les collisions par le côté (liées notamment à des manœuvres de changement de file) représentent environ 45 % des cas tandis que les collisions arrières représentent environ 25% des cas.

D'après le praticien, ces phénomènes d'accidents trouvent leur origine dans les principaux éléments suivants :

- les niveaux élevés de vitesse pratiqués, notamment en heure creuse, inadaptés au fonctionnement du site et à son tracé (nombreuses courbes) et favorisés par le profil en travers « généreux » du boulevard circulaire ;
- la densité et la complexité des échanges, des manœuvres de changement de files, d'insertion, engendrant des cisaillements de la trajectoire de véhicules (notamment de motocyclettes du fait de leur circulation entre véhicules, de leur faible visibilité et de leur vulnérabilité et du nombre important de files de circulation les rendant difficilement détectables)
- la forte fréquentation du boulevard circulaire par des deux-roues motorisés et notamment par des coursiers ayant toujours tendance à rouler entre les véhicules

14.2.3.2 Pistes d'action proposées par le praticien en matière de prévention des accidents se produisant sur le boulevard circulaire

Sur la base du diagnostic des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur le boulevard circulaire présenté ci-dessus, le bureau d'étude préconise les actions d'aménagements suivante :

- la limitation des profils au strict minimum (notamment le profil en travers) ;
- la simplification des échanges dans l'objectif d'une limitation des cisaillements entre véhicules ;
- l'adoption d'un profil de 3,20 mètres pour la voie de droite et 2,8 mètres pour la deuxième voie, afin de limiter le différentiel de vitesse entre les voies et rendre inconfortable le positionnement des deux-roues motorisés entre deux véhicules.

Nous comparons dans ce qui suit les conclusions issues des deux démarches.

14.2.4 Comparaison des conclusions issues des deux démarches

La comparaison que nous menons ici porte sur les conclusions des deux démarches en terme de diagnostic des phénomènes d'accidents et de pistes pour la prévention.

14.2.4.1 Comparaison des conclusions issues des deux démarches en matière de diagnostic des phénomènes d'accidents

Nous rappelons et résumons dans le tableau ci-après les principales conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'accidents mises en évidence par l'application de l'outil méthodologique (partie gauche du tableau) et par l'expert (partie droite du tableau).

Tableau 8 : Comparaison entre des conclusions de l’outil méthodologique et celles du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d’insécurité routière du boulevard circulaire

Conclusions de l’outil méthodologique concernant les problèmes de sécurité routière du boulevard circulaire	Conclusions de l’expert concernant les problèmes de sécurité routière du boulevard circulaire
Phénomènes d’accidents rencontrés	Phénomènes d’accidents rencontrés
<p>Trois principaux scénarios types d’accidents sont rencontrés sur le boulevard circulaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sc. 8 – conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination. - Sc. 26 – conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval. - Sc. 31 – Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée). 	<p>La typologie de l’insécurité routière du boulevard circulaire est la suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - accidents de véhicules seuls en perte de contrôle - accidents liés à des manœuvres de changement de files ou d’insertion - accidents avec collision par l’arrière
Éléments explicatifs à ces phénomènes d’accidents	Éléments explicatifs à ces phénomènes d’accidents
<ul style="list-style-type: none"> - Aménagement large, rectiligne avec multiplicité des voies => favorise la pratique de vitesses élevées (notamment par les deux-roues à moteur) inadaptés aux contraintes de tracé ou aux conditions de circulation (trafic dense formation de ralentissement) - aménagement à plusieurs voies pour le même sens => génère des manœuvres de changement de files, défavorables aux deux-roues à moteur puisque peu perceptibles - présence possible de défauts de surface de chaussée dans certaines zones de fortes sollicitations dynamiques (virage, zone de ralentissement, ou approche de carrefours à feux - tracé ou profil en long masquant la visibilité sur la situation en aval et notamment sur la présence d’un ralentissement - dans le cas d’accidents se produisant à l’approche de carrefour équipés de feux tricolores, faible perceptibilité des feux tricolores 	<ul style="list-style-type: none"> - Profil en travers « généreux » du boulevard favorisant des niveaux de vitesse élevés, notamment en heure creuse, inadaptés au fonctionnement du site, notamment à la difficulté du tracé - densité et complexité des échanges, des manœuvres de changement de files, d’insertion générant des cisaillements de la trajectoire de véhicules (notamment de motocyclette) - forte fréquentation du boulevard circulaire par des coursiers ayant toujours tendance à circuler entre les files

Il apparaît premièrement que la mise en évidence des phénomènes d’accidents les plus fréquents se produisant sur le boulevard circulaire est relativement concordante entre les deux démarches puisqu’il ne ressort pas de catégorie d’accident qui soit mise en évidence par l’une des deux démarches et pas par l’autre.

On constate également l’intérêt d’une description sous la forme d’une série de scénarios types d’accidents (obtenue après affectation des cas aux scénarios types de référence), par rapport à une démarche plus traditionnelle décrivant des grandes catégories d’accidents sous la forme de grands items, comme les pertes de contrôle, les collisions arrières, *etc.* Une description par des scénarios types permet en effet de conserver une information fine sur les mécanismes à l’oeuvre dans le déroulement des accidents. Concernant par exemple les accidents de perte de contrôle, les conclusions de l’outil méthodologique montrent qu’ils se produisent dans la majorité des cas sur chaussée glissante, aspect qui n’apparaît pas dans les

conclusions du praticien, mais qui laisse pourtant envisager des actions de prévention notamment dans le domaine des techniques de chaussée.

Concernant les éléments explicatifs aux phénomènes d'insécurité routière, il apparaît tout d'abord que le profil en travers particulièrement confortable du boulevard circulaire, est mis en cause par les deux démarches comme élément favorisant la pratique de niveaux de vitesse élevés et inadaptés aux caractéristiques du site (présence de courbes relativement difficiles) et à son fonctionnement (formation fréquente de ralentissements).

La fréquence des manœuvres de changement de file est également mentionnée par les deux démarches comme élément explicatif de certains accidents, impliquant notamment des deuxroues motorisés. Une nuance apparaît cependant entre les conclusions de l'outil et celle du praticien. Celui-ci précise en effet que la fréquence de ces manœuvres peut en grande partie s'expliquer par la densité des échanges aménagés le long du boulevard circulaire et par la complexité de leur aménagement. Cet aspect, spécifique à ce boulevard, qui comporte en effet un nombre important de voies d'accès, souvent aménagées sur la gauche de l'axe (configuration dont le caractère défavorable en matière de sécurité est aujourd'hui reconnu, SETRA, CETUR, 1992), ne ressort pas des conclusions de l'outil méthodologique. Cela n'est pas forcément surprenant et peut s'expliquer par le fait que le scénario type 8 (correspondant à des accidents liés à des manœuvres de changement de files et présenté dans la deuxième partie), a été construit à partir d'accidents s'étant produits principalement sur des voies urbaines aux caractéristiques d'aménagement « plus habituelles » en comparaison à l'aménagement « atypique » du boulevard circulaire. Une autre explication pourrait tenir au fait que dans le scénario type 8, une grande partie des cas se produisent sur des voies urbaines anciennes et insérées dans le tissu urbain, où la densité des échanges est considérée comme un élément « donné », non questionnable (donc passé sous silence dans la description du scénario type) à la différence d'une infrastructure de conception récente comme le boulevard circulaire, où l'on pourrait s'attendre à trouver une organisation plus réfléchie et cohérente des échanges⁷⁹.

Certains éléments explicatifs des accidents n'apparaissent que dans l'une des deux démarches. Il s'agit tout d'abord de la fréquentation importante du boulevard circulaire par des coursiers, mentionnée uniquement par le praticien et pouvant en partie expliquer l'importance des accidents de changements de file avec non-perception d'un usager circulant sur la voie de destination. Cet aspect est également spécifique au boulevard circulaire, et plus généralement à la région parisienne, puisqu'il ceinture un quartier d'affaires. Cet élément ressort des observations de terrains effectuées par le praticien et n'apparaît logiquement pas dans les conclusions de l'outil, puisque les scénarios types utilisés par l'outil ont été documentés sur la base d'un échantillon de cas représentatif de l'ensemble des accidents urbains (sur l'ensemble du territoire national), où les coursiers restent peu représentés.

D'autres éléments ressortent en revanche uniquement de l'application de l'outil. Il s'agit de la présence possible de défauts dans les caractéristiques de surface de chaussée (concernant notamment l'adhérence et l'uni longitudinal) dans certaines zones de fortes sollicitations

⁷⁹ D'autre part, dans la mesure où une voie nouvelle, comme le boulevard circulaire, se superpose à un réseau ancien complet, il est plus facile d'agir sur les échanges (en fermant une entrée ou une sortie par exemple).

dynamiques comme les virages où les zones de ralentissement, pouvant en partie expliquer la part importante des accidents liés à des pertes de contrôle se produisant sur chaussée glissante et dans une moindre mesure des collisions arrières. Il s'agit également de l'influence du tracé ou du profil en long pouvant dans certaines situations, masquer la visibilité sur la situation en aval et notamment sur la présence d'un ralentissement. Enfin, un dernier élément explicatif concernant la faible perceptibilité de signaux de feux tricolores est également mentionné dans les conclusions du système. Il s'agit cependant ici d'un élément inapplicable au boulevard circulaire, celui-ci étant dépourvu de tout carrefour à feux tricolores pour la période étudiée. On peut noter cependant que toutes les « sorties » de l'outil méthodologique relatives à ce point précisent bien : « Dans le cas d'accidents se produisant à l'approche de carrefours équipés de feux tricolores », ce qui permet à tout utilisateur, même non expert, d'écarter cette conclusion pour une infrastructure dépourvue de feux tricolores.

La comparaison entre les productions du praticien et celles de l'outil méthodologique, pour ce terrain d'étude et sur la seule question de la description des phénomènes d'insécurité routière, permet donc de tirer quelques enseignements. Une grande partie des conclusions du praticien sont également présentes dans les éléments provenant de l'emploi de l'outil méthodologique. Cela suggère que, sur le plan de la description des phénomènes d'insécurité routière, les productions de l'outil pourraient être utiles à un utilisateur non expert, puisqu'elles permettraient de retrouver une bonne partie des conclusions obtenues par un praticien expert. Si l'impression d'ensemble est celle d'une relativement bonne cohérence générale entre les conclusions du praticien et celles issues de l'utilisation de l'outil, il reste que certaines conclusions sont apportées par le seul praticien (rôle de la densité des échanges, implication des coursiers) ; elles semblent porter sur des éléments relevant de fortes particularités du terrain d'étude. En revanche, certaines conclusions sont apportées par le système seul et, d'autre part, la description des phénomènes par le système paraît souvent plus fine (par exemple concernant le problème des pertes de contrôle), cela pouvant être attribué à l'utilisation de la notion de scénario type d'accident qui agrège des cas tout en conservant un contenu informatif important (par rapport à des types d'accidents construits sur une ou deux conditions nécessaires et suffisantes). L'outil méthodologique pourrait donc apporter des informations supplémentaires sur les phénomènes d'insécurité, y compris à un praticien expert – ce qui n'enlève rien à la contribution de l'expertise du praticien lui-même⁸⁰.

14.2.4.2 Comparaison des conclusions issues des deux démarches en matière de pistes d'action pour la prévention

Nous rappelons et résumons dans le tableau ci-après les recommandations en matière de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique (partie gauche du tableau) et de l'étude effectuée par le praticien (partie droite du tableau).

⁸⁰ Comme le mentionnent Brenac et *al.* (2003) : " 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".

Tableau 9 : Pistes d'action pour la prévention des accidents du boulevard circulaire issues des deux démarches

Pistes d'action pour la prévention issues de l'application de l'outil méthodologique	Pistes d'action pour la prévention proposées par le praticien
<ul style="list-style-type: none">- Diminution du nombre de voies de circulation- Mise en place d'aménagement visant une modération des vitesses (carrefours giratoires, plateaux surélevés, chicanes, associés à d'autres techniques de traffic-calming)- Renforcement durable du système de contrôle sanction des excès de vitesse- Aménagement de contre-allées- Amélioration de la visibilité en aval à l'approche de zones de ralentissement- Mise en place ponctuelle de revêtements à haute adhérence dans certaines zones de fortes sollicitations dynamiques (virage, zone de ralentissement)- En cas de défauts dans les caractéristiques de surface, réfection ponctuelle de la chaussée- Dans le cas d'infrastructures avec présence de carrefours à feux, mise en place d'une onde verte, de potence de feux, signaux de feux répétés	<ul style="list-style-type: none">- la limitation des profils au strict minimum (notamment le profil en travers) pour diminuer les manœuvres de changement de file et réduire les vitesses- la simplification des échanges dans l'objectif d'une limitation des cisaillements entre véhicules- l'adoption d'un profil de 3,20 mètres pour la voie de droite et 2,8 mètres pour la deuxième voie, afin de limiter le différentiel de vitesse entre les voies et rendre inconfortable le positionnement des deux-roues motorisés entre deux véhicules

Il apparaît premièrement que la réduction du profil en travers (nombre de voies de circulation, de la largeur des voies) est suggérée à la fois dans le rapport d'étude et dans les conclusions du système à base de scénarios. Une telle mesure permettra en effet de réduire la fréquence des manœuvres de changement de files et de limiter les vitesses pratiquées. La réduction à deux voies est en effet largement envisageable compte tenu des niveaux de trafic supportés par le boulevard.

Les conclusions de l'outil méthodologique apparaissent en revanche plus étendues en terme de moyens d'actions disponibles pour la réduction des vitesses.

Les conclusions du système suggèrent par exemple, la mise en œuvre de techniques de traffic-calming, comme l'aménagement de dispositifs introduisant une contrainte dans la trajectoire des véhicules (comme les carrefours giratoires, les carrefours en plateau, les chicanes) ou un renforcement durable du système de contrôle-sanction des excès de vitesse.

Concernant la mise en place de carrefours giratoires, dont les effets en terme de sécurité sont aujourd'hui largement reconnus, on pourrait cependant s'interroger sur la faisabilité de ce type d'aménagement dans le contexte du boulevard circulaire : en particulier les questions de capacité devraient être prises en compte. En premier approche, on pourrait pour cela s'appuyer sur les niveaux de trafic supportés par le boulevard circulaire prévus par la DREIF à l'horizon 2015 et cela en prenant en compte les effets de reports de trafics générés par la mise en service d'infrastructures nouvelles (mise en service de l'autoroute A14, de l'échangeur A86/A14, du raccordement A86/Nationale 13, voir figure 8 présentée plus haut).

Pour la partie nord du boulevard, l'étude de la DREIF montre que les trafics s'échelonnent à l'heure de pointe du soir entre 1225 unités de véhicule particulier (UVP)

par heure pour les zones les moins chargées à 4585 unités de véhicule particulier pour les zones supportant le trafic le plus important (EPAD, 1997). L'aménagement de carrefours giratoires est donc envisageable au regard des ordres de grandeurs généralement admis, au moins pour une partie des points d'échange.

Pour la partie sud du boulevard, et selon la même étude, les trafics sont relativement comparables et permettent là encore d'envisager l'aménagement de carrefours giratoires. L'implantation de carrefours giratoires, dont les effets sur la sécurité par rapport aux carrefours à feux ont été démontrés semble donc envisageable à la fois dans la partie nord et sud du boulevard circulaire. Concernant l'implantation d'autres types d'aménagement de modulation des vitesses comme les plateaux surélevés en intersection ou les chicanes, leur implantation reste à étudier mais semble également possible.

En ce qui concerne le renforcement durable du système de contrôle sanction des excès de vitesse, uniquement évoqué dans les conclusions du système, ce type de mesure peut s'avérer bien adaptée dans le cas du boulevard circulaire si les mesures de modulation des vitesses par l'aménagement mentionnées ci-dessus venaient à ne pas être mises en œuvre pour des raisons de gestion du trafic, d'acceptabilité politique par exemple.

La mesure de simplification des échanges évoquée par le praticien dans un objectif de limitation des cisaillements entre véhicules, bien que formulée de façon assez peu explicite concernant les aménagements à mettre en œuvre, peut en partie être retrouvée dans l'aménagement de contre-allées proposé par l'application de la démarche utilisant la notion de scénario type.

D'autres recommandations apparaissent en revanche uniquement dans les conclusions de l'une des deux démarches. Il s'agit tout d'abord de l'adoption d'un profil différencié selon les voies (de 3,20 mètres pour la voie de droite et de 2,8 mètres pour la deuxième voie), afin de limiter le différentiel de vitesse entre les voies et rendre inconfortable le positionnement des deux-roues motorisés entre deux véhicules. Une telle mesure, proposée uniquement par le praticien peut s'avérer intéressante pour la réduction du différentiel de vitesse entre les voies de circulation, bien qu'il n'existe pas à notre connaissance d'étude évaluant son efficacité. Elle est cependant également motivée par des observations de terrain effectuées par le praticien, et notamment des comportements adoptés par les usagers du boulevard circulaire. Ces observations révèlent la fréquence importante des manœuvres de circulation entre files effectuées par les deux-roues motorisés que l'adoption d'un profil différencié selon les voies risque de dissuader.

Bien qu'une telle mesure puisse sans doute être efficace pour la réduction d'accidents se produisant en période de congestion avec circulation d'un deux-roues motorisé entre files et déport ou changement de file d'un véhicule (voir scénario type 18 présenté dans la deuxième partie), de tels accidents n'apparaissent cependant pas sur le boulevard circulaire en raison sans doute de périodes de congestion plus courtes et de largeurs de voies moins importantes en comparaison par exemple au boulevard périphérique parisien. La réduction de la circulation entre files des deux-roues motorisés n'apparaît donc pas ici à rechercher en premier lieu. La réduction de leur vitesse, notamment pour les motocyclettes, reste le premier

objectif à rechercher. Or sur ce point, une bonne concordance entre les deux démarches est observée.

D'autres mesures de prévention sont en revanche uniquement évoquées dans les conclusions de l'outil. Il s'agit de la mise en place ponctuelle de revêtements à haute adhérence dans certaines zones de fortes sollicitations dynamiques (virage, zone de ralentissement notamment) ou, en cas de défauts dans les caractéristiques de surface (adhérence, uni longitudinal), de la réfection ponctuelle de la chaussée. Compte tenu du nombre d'accidents de perte de contrôle sur chaussée glissante et dans une moindre mesure des collisions arrières suite à un ralentissement en aval, la mention de cette perspective d'action paraît importante.

L'amélioration des conditions de visibilité en aval à l'approche de zones de ralentissement est également proposée uniquement par le système.

Enfin, des mesures de prévention relatives à l'aménagement ou au fonctionnement de carrefours à feux tricolores (mise en place d'une onde verte, de potences de feux, de signaux de feux répétés) ressortent également des conclusions de l'outil. Il s'agit là cependant de mesures inappropriées dans le cas du boulevard circulaire, celui-ci étant dépourvu de tout carrefour à feux tricolores à l'époque de l'étude. Cependant, comme nous l'avons noté plus haut, les conclusions proposées par le système sur ce point sont toujours introduites par la restriction suivante : « Dans le cas d'accidents se produisant à l'approche de carrefours équipés de feux tricolores », ce qui permet à tout utilisateur, même non expert, d'écarter de telles conclusions pour une infrastructure ne comportant pas de feux tricolores.

Concernant ce cas du boulevard circulaire de la Défense, la comparaison des conclusions issues de l'application de l'outil méthodologique et de celles du praticien, concernant les pistes d'action, montre donc que la plupart des pistes d'actions mentionnées par le praticien, à l'exception de celle relative aux largeurs de voies différenciées, sont également obtenues par le système. Cela suggère que, comme pour la description des phénomènes, les conclusions issues de l'application de l'outil méthodologique en matière de pistes d'actions pourraient présenter un intérêt pour un utilisateur non expert : un non expert utilisant le système pourrait ainsi retrouver une bonne partie des conclusions du praticien expert.

Le fait que le système produise des conclusions supplémentaires concernant les actions possibles est plus délicat à interpréter : le praticien se réfère sans doute implicitement à un cadre de référence concernant les actions envisageables, compte tenu de sa connaissance de la demande et des attentes du commanditaire, et de ses connaissances techniques extérieures au domaine de la sécurité. Par exemple, concernant les carrefours giratoires, il sait sans doute que les maîtres d'ouvrages, sur ce type d'infrastructure chargée en trafic et relativement isolée du réseau ordinaire, sont réticents à implanter des carrefours giratoires qui ne permettent pas un ajustement des flux en fonction d'incidents ou d'épisodes de congestion (à la différence des feux tricolores, même si ceux-ci n'apportent pas la même sécurité). De même, si le praticien ne mentionne pas les possibilités en matière d'entretien des chaussées, c'est peut-être en partie parce que ce point ne ressortait pas de son analyse des phénomènes d'insécurité, mais c'est peut-être aussi parce que la commande qui lui a été passée s'inscrivait plutôt dans une perspective de réaménagement global de l'axe (le commanditaire attendant sans doute plutôt

des conclusions relatives aux grandes options d'aménagement que des conclusions concernant des aménagements de détail ou des stratégies d'entretien).

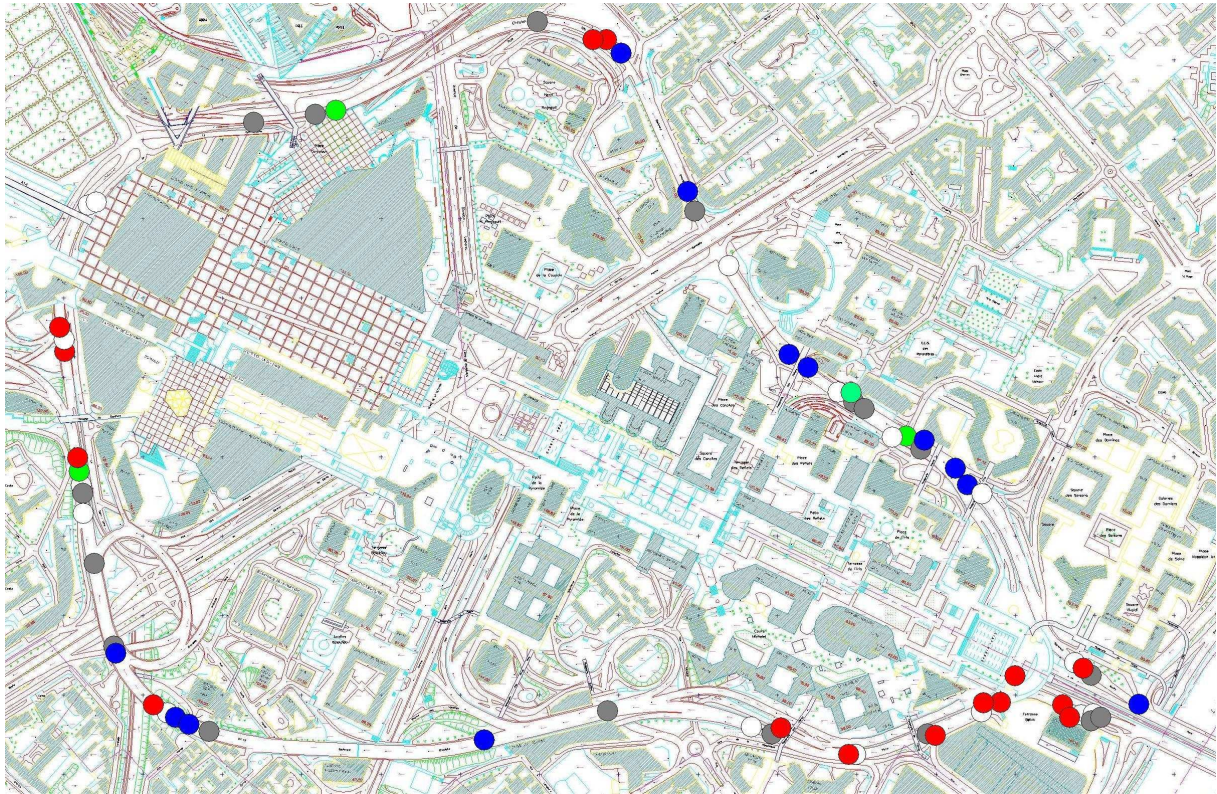
Pour autant, on ne peut attendre de l'outil méthodologique, dédié au domaine de la sécurité, qu'il intègre ces considérations liées à d'autres aspects que la sécurité, ni qu'il se limite au cadre implicite des commanditaires concernant le champ des actions envisageables. Et le fait que les conclusions issues de l'utilisation du système présentent une palette plus large de pistes d'action paraît plutôt satisfaisant, sachant qu'ultérieurement, dans la préparation effective de l'action, des "filtres" opéreront, lorsque d'autres préoccupations que la sécurité seront intégrées et lorsque les commanditaires se saisiront des résultats d'étude.

14.2.5 Comparaison des conclusions ressortant de la cartographie des accidents effectuée dans les deux démarches

Nous présentons dans un premier temps la cartographie des cas correspondant aux trois principaux scénarios types rencontrés sur le boulevard circulaire. Comme nous l'avons vu en début de chapitre, cette fonctionnalité est en principe automatisable. Nous exposons ensuite la cartographie des accidents plus traditionnelle effectuée par le praticien. Pour chacune de ces deux cartographies, nous présentons l'interprétation qui peut en être faite. Nous comparons enfin les conclusions ressortant de chacune des deux démarches en matière de compréhension des phénomènes d'accidents et de leurs liens avec l'environnement dans lequel ils se produisent. Rappelons cependant que cette comparaison n'est possible que si les cartes sont interprétées : on ne compare donc ici qu'une situation « expert avec système » et une situation « expert seul », et seule une plus value dans le cas « expert avec système » peut suggérer, dans cette configuration, une utilité relative du système.

14.2.5.1 Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité issue de l'outil méthodologique et éléments d'interprétation

Les cas d'accidents des principaux scénarios types rencontrés peuvent être cartographiés. Nous présentons à titre d'exemple la figure 9 qui représente les sites d'occurrence des accidents relevant des scénarios types 31, 8 et 26.



Echelle : 1/9500. Fonds cartographique : EPAD.

Figure 9 : Représentation cartographique des sites d'occurrence des accidents étudiés sur le boulevard circulaire de la Défense, pour les trois scénarios types principaux (en rouge : scénario type 31 ; en bleu : scénario type 8 ; en vert : scénario type 26), par comparaison aux autres cas (en gris : autres scénarios types et cas hors scénarios types ; en blanc : cas indéterminés)

- *Sc. 31 — Perte de contrôle en courbe sur chaussée glissante (chaussée mouillée, verglacée).*
- *Sc. 8 — Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.*
- *Sc. 26 — Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval.*
- *Autres scénarios types et cas hors scénarios types.*
- *Cas indéterminés.*

Cette carte a été interprétée par une personne du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Nous reprenons ci-dessous les principaux points de cette interprétation.

On peut noter que les cas de perte de contrôle du scénario type 31 se produisent surtout sur la partie sud du boulevard circulaire à l'approche du pont de Neuilly, cette zone présentant un tracé relativement complexe, avec des courbes difficiles et un "profil en long" mouvementé, et étant située en aval d'une zone au tracé plutôt facile. Le nombre élevé de voies de circulation, comme sur le reste du boulevard circulaire, favorisant par ailleurs des vitesses élevées au regard des contraintes du tracé. Deux cas de ce scénario type se produisent également dans la courbe située au point le plus au nord du boulevard circulaire, courbe qui semble relativement difficile compte tenu du tracé plutôt facile qui la précède. Il apparaît aussi que les cas du scénario type 8, impliquant des conflits liés aux changements de file, se produisent en grande partie au début du boulevard circulaire venant du pont de Neuilly, dans une zone marquée par une plus forte interaction avec le tissu urbain environnant : accès, nombreux entrecroisements

de flux, avec diverses voies de raccordement et de sortie situées à la fois à gauche et à droite du tracé principal, dont une sortie importante sur la gauche vers le cœur de la Défense.

14.2.5.2 Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité effectuées par l'expert et éléments d'interprétation

Nous présentons ci-après, l'une des deux représentations spatiales⁸¹ des accidents effectuée par l'expert. Cette carte représente les accidents corporels s'étant produits en section courante entre 1995 et 1999 sur le boulevard circulaire et rend compte des différentes densités d'accidents.

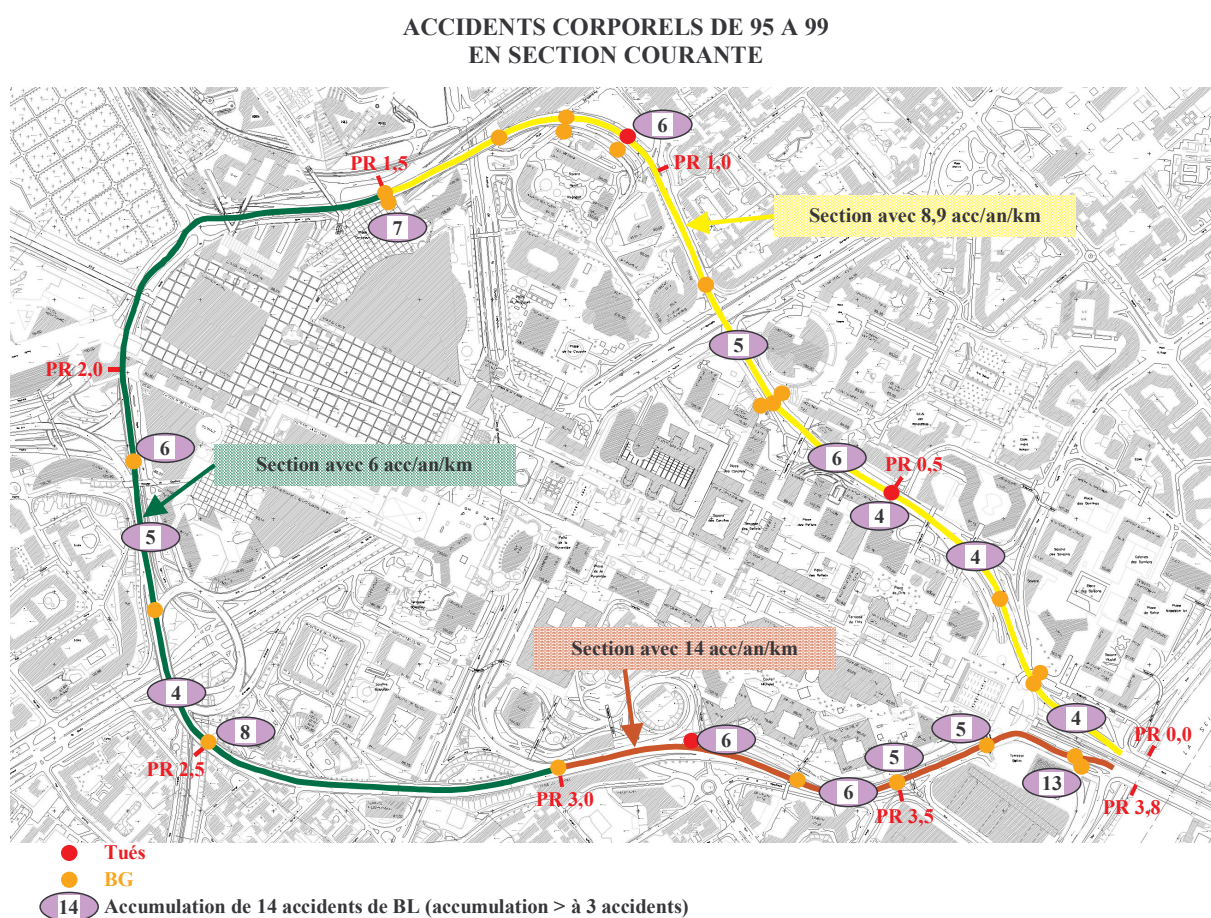


Figure 10 : Représentation cartographique des accidents et des densités d'accidents en section courante entre 1995 et 1999 (adaptée de Kinergos Conseil, 2000)

L'expert interprète cette représentation cartographique de la façon suivante : « il y a un rapport de deux entre la section comportant des échanges espacés et un profil réduit et la section comportant des échanges très concentrés et un profil moyen d'une voie supplémentaire. Il est clair que le nombre des accidents et la gravité sont liés à la concentration des échanges et la largeur des profils. Le premier critère étant corrélé de façon

⁸¹ La représentation spatiale des accidents s'étant produits en carrefour entre 1995 et 1999 sur le boulevard circulaire est présentée en annexe 3.

très directe avec le nombre d'accidents et la gravité » (Kinergos Conseil, 2001, p.6). Ainsi, l'accumulation d'accidents dans la partie sud du boulevard circulaire (en rouge sur la carte) à l'approche du pont de Neuilly sur Seine serait liée d'une part au profil confortable mais aussi et surtout à la densité des échanges particulièrement importante en ces lieux (voir figure ci-après).



Figure 11 : Illustration du profil en travers (particulièrement confortable) et en fond d'image de la densité des échanges, dans la partie sud-est du boulevard circulaire (*Cliché de l'auteur*)

Une comparaison entre les deux démarches peut être établie, particulièrement en ce qui concerne la partie sud (sud-est) du boulevard : l'influence du profil en travers, particulièrement confortable en ces lieux (voir figure 11 ci-dessus), semble d'après les deux démarches jouer un rôle important dans l'accidentalité de cette zone. En revanche, l'examen de la carte représentant les accidents et le scénario type auquel ils correspondent, semble remettre en cause l'interprétation que fait le praticien de sa propre carte, notamment concernant l'influence des nombreux échanges dans ce secteur : l'accumulation d'accidents relevant du scénario type 31 où un conducteur perd le contrôle de son véhicule en courbe sur chaussée mouillée semble en effet davantage mettre en lumière l'influence du tracé (succession de courbes assez difficiles après un tracé facile) et des caractéristiques de surface de chaussée et non l'influence des nombreux échanges en ces lieux. Le retour aux données détaillées d'accidents ne semble pas aller dans le sens des conclusions du praticien : fort peu d'accidents survenus sur cette section sud-est peuvent être rattachés à la présence des points d'échanges.

On voit ici l'intérêt d'une cartographie des accidents et des scénarios types auxquels ils correspondent au sens où, si elle permet comme dans le cas d'une cartographie plus traditionnelle (représentant les accidents et les densités d'accidents) de faire apparaître certaines zones d'accumulation d'accidents, elle permet également, en conservant l'information quant à leurs mécanismes, de mettre en évidence avec davantage de certitude des liens entre aménagement, environnements et accidents.

D'un autre côté, les résultats du praticien présentent des apports spécifiques : la quantification de la densité d'accidents, et de leur gravité, sur trois sections ; ces éléments peuvent être utiles du point de vue de l'identification de priorités d'action. Notons cependant que les fluctuations aléatoires liées aux petits nombres de cas considérés rendent les indicateurs calculés assez fragiles, et d'autre part que la densité élevée sur certains secteurs peut être facilement déduite d'une lecture directe de la carte des accidents. Les considérations relatives à la gravité reposent sur la notion de blessé grave utilisée dans les rapports de police ; dans le développement de l'outil méthodologique, le recours à cette notion a été écarté du fait du manque de fiabilité de cette information (voir en particulier : Laumon et Martin, 2002).

Du point de vue méthodologique, la comparaison des deux démarches montre que les modes de représentation et d'interprétation diffèrent : le praticien représente les accidents de toutes catégories et calcule des densités sur trois grandes sections. Il interprète ensuite, de fait, la corrélation qui apparaît entre la densité (et la gravité) et les grandes caractéristiques de ces sections comme un lien explicatif entre ces caractéristiques et les phénomènes d'accident. L'application de l'outil, quant à elle, repose sur la représentation des cas relevant d'un même scénario type, pour chacun des principaux scénarios types, et par rapport à l'ensemble des autres cas. Ce sont alors les contenus informatifs du scénario type, y compris d'ordre étiologique ou explicatif, qui sont rapprochés des caractéristiques spatialisées de l'infrastructure et de son environnement. L'interprétation, en termes d'explication des phénomènes, peut alors reposer à la fois sur le contenu explicatif du scénario type et sur la corrélation spatiale.

Il est difficile de tirer une conclusion définitive de l'analyse qui vient d'être présentée, notamment dans la mesure où l'on compare un expert utilisant l'outil et un autre expert ne l'utilisant pas, et où, au-delà de l'apport de l'outil, les différences entre les deux experts peuvent expliquer sans doute une partie des différences dans les résultats obtenus. On peut retenir néanmoins que l'utilisation de la notion de scénario type dans la représentation cartographique, du fait du contenu informatif et explicatif du scénario type et de l'homogénéité des cas qui lui sont apparentés, semble constituer un avantage important, propre à accroître la portée heuristique de la cartographie des accidents.

14.3 Application au terrain de la route départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret

Nous adoptons dans ce qui suit la même structure de présentation que celle utilisée pour le cas du boulevard circulaire de la Défense. Ainsi, nous présentons : le site de la route départementale n°909 à Clichy / Levallois-Perret et le contexte de l'étude réalisée par le praticien (14.3.1) ; les conclusions issues de la mise en œuvre de l'outil méthodologique, à savoir : les résultats issus de l'affectation des cas d'accidents du terrain d'étude aux scénarios types et les pistes d'action de prévention déduites de cette affectation (14.3.2) ; les conclusions du praticien en terme de diagnostic des phénomènes d'accidents et de mesures possibles de prévention (14.3.3) ; la comparaison des conclusions ressortant de ces deux démarches (14.3.4). Nous présentons ensuite les résultats de la cartographie des accidents et

des scénarios auxquels ils correspondent et les comparons à ceux issus de la cartographie réalisée par le praticien. Enfin, nous revenons en conclusion sur les principaux enseignements que l'on peut retirer de ces analyses.

14.3.1 La Route Départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret : présentation du terrain d'étude et du contexte de l'étude réalisée par le praticien

La section de la route départementale 909 sur laquelle porte notre travail constitue un axe de liaison entre la ville d'Asnières sur Seine et la porte d'Asnières à l'entrée nord Ouest de la ville de Paris. Cette section traverse deux communes : la ville de Levallois-Perret (rue Victor Hugo) sur une longueur de 1060 mètres et la ville de Clichy (Route d'Asnières) sur une longueur de 500 mètres.

Constituée dans sa majeure partie d'une voie pour chaque sens de circulation, la section étudiée supporte au moment de l'étude du praticien un trafic journalier d'environ 24000 véhicules, le trafic horaire pouvant atteindre aux heures de pointe plus de 1600 véhicules dans les deux sens de circulation (Conseil Général des Hauts de Seine, 2000).

Quatorze intersections sont aménagées sur la section étudiée. A Clichy, la Route départementale possède une intersection régie par feux tricolores avec la Route départementale n°1 (quai de Clichy et quai Michelet) (*cf.* plan de situation ci-après), et une autre avec la rue des Chasses (voie communale) voie supportant un trafic moyen journalier de l'ordre de 32000 véhicules. A Levallois-Perret, la RD 909 possède deux intersections également gérées par feux tricolores avec deux routes départementales, à savoir : la RD 16 (rue Paul Vaillant Couturier) supportant un trafic moyen journalier de 7500 véhicules et la RD 17 (rue Jean Jaurès) supportant un trafic moyen journalier compris entre 6700 et 7500 véhicules (même référence) et deux autres intersections à feux avec des voies communales (rue d'Alsace, rue A. Briand). Pour les autres intersections, d'importance plus limitée, les voies transversales bénéficient d'une priorité à droite.

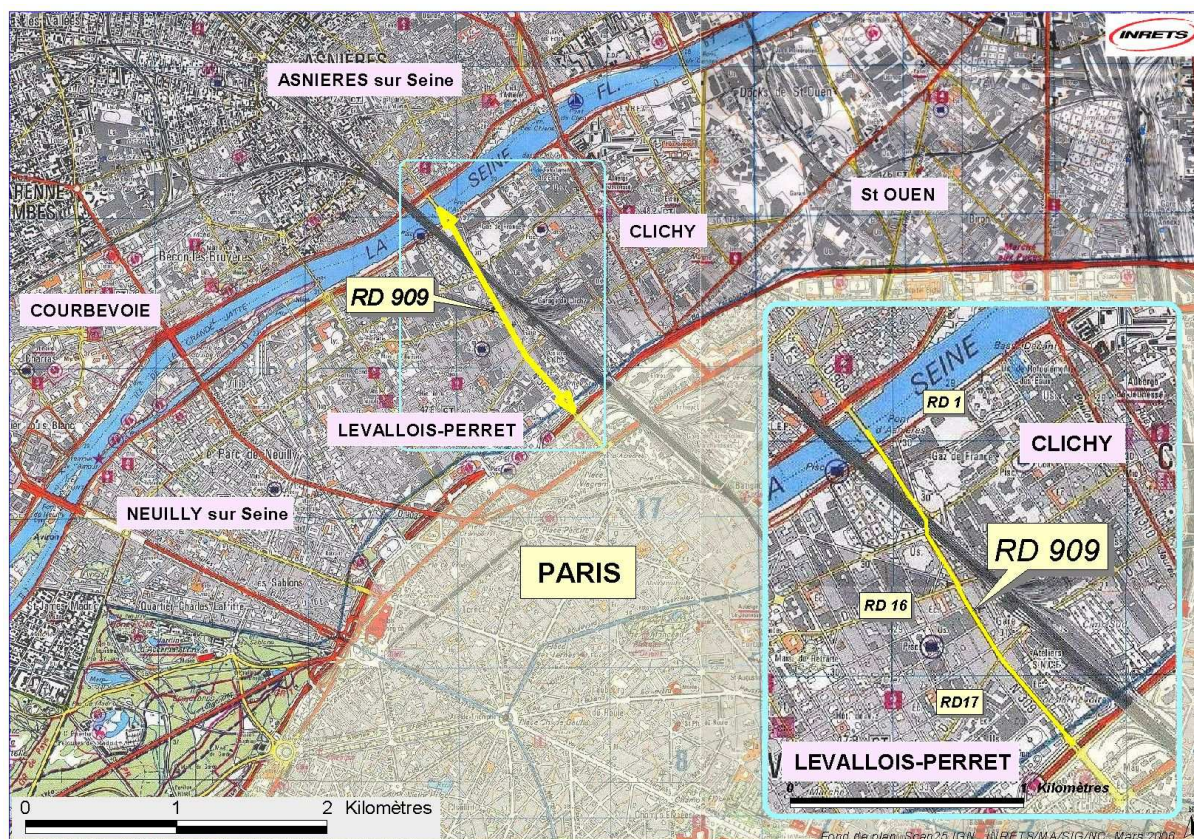


Figure 12 : Plan de situation de la Route Départementale n°909 et représentation des principaux autres axes routiers sécants avec cette voie

Concernant l'aménagement et l'environnement direct de la voie, celle-ci est constituée dans sa partie centrale d'une voie pour chaque sens de circulation et est bordée d'immeubles de taille moyenne et de commerces situés au rez de chaussée de ces immeubles (voir figure 13). Aux extrémités de la zone d'étude, notamment à l'approche du pont d'Asnières l'environnement est en revanche moins densément urbanisé et la voie plus roulante (voir figure n°).

Cette section d'axe était caractérisée à la fin des années 1990 (et continue de l'être aujourd'hui⁸²) par une densité et un taux d'accidents parmi les plus élevée du département. D'autre part, la fréquence des accidents de deux-roues motorisés⁸³ sur cet axe, l'un des enjeux du département en matière de sécurité routière et l'inscription au calendrier de sa rénovation/requalification ont conduit le conseil général à lancer au cours de l'année 2000 une étude diagnostique de sécurité de cet axe. Réalisée par un bureau d'étude sous le pilotage des services du Conseil Général des Hauts de Seine, cette étude a donné lieu à un rapport d'étude en novembre qui comporte d'une part, une analyse de l'insécurité routière du boulevard circulaire avant réaménagement (de 1995 à 1999) accompagnée d'un ensemble de mesures de

⁸² Voir la référence « Hauts de Seine, accidents corporels de la circulation routière 2004 » éditée par la Direction Départementale des l'Equipement des Hauts de Seine, Service Circulation et Sécurité Routières, Cellule Départementale d'Exploitation et de Sécurité.

⁸³ Entre le 1^{er} janvier 1995 et le 31 décembre 1999, 145 accidents corporels ont été recensés sur cet axe, dont 87 (60 %) impliquant au moins un deux-roues motorisé. (Conseil Général des Hauts de Seine, 2000)

prévention correspondant à cette insécurité. Comme dans le cas du boulevard circulaire de la Défense, les conclusions de cette étude en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et en matière de pistes d'actions de prévention serviront de base de comparaison dans l'évaluation de l'utilité relative de l'outil méthodologique reposant sur la notion de scénario type d'accident.



Figure 13 : Présentation de la partie centrale de la section étudiée à hauteur de l'intersection avec la RD 17 (rue Jean Jaurès) (*cliché de l'auteur*)

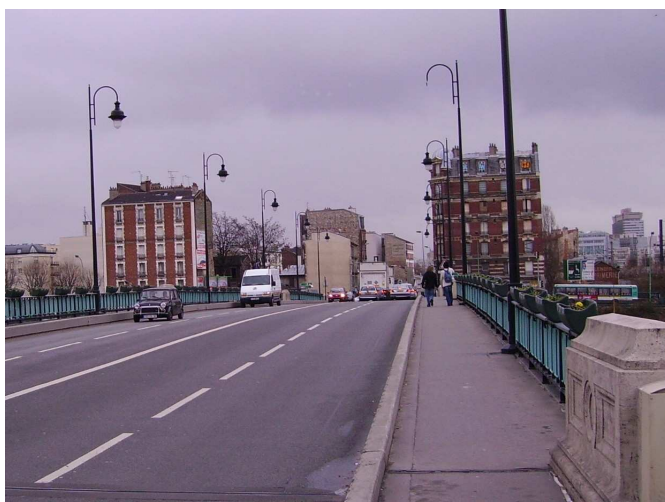


Figure 14 : Présentation de l'une des deux extrémités de la zone d'étude : le Pont d'Asnières. Zone moins densément urbanisée et aux caractéristiques d'aménagement plus roulantes (*cliché de l'auteur*)

Nous présentons ci-après les conclusions (en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention) issues de l'application de l'outil méthodologique.

14.3.2 Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'application de l'outil méthodologique

Nous reprenons ici le même mode de présentation des résultats que celui adopté plus haut concernant le boulevard circulaire de la Défense. Sont présentés dans un premier temps, les résultats de l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence. Nous présentons ensuite les pistes d'action de prévention correspondant aux scénarios types rencontrés et ressortant de l'application de l'outil.

14.3.2.1 Résultats de l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence

Les 65 accidents correspondant à la période 1999-2000 sur la RD 909 à Clichy (route d'Asnières, incluant le carrefour avec le Quai de Clichy au niveau de la tête du pont d'Asnières) et à Levallois (rue Victor Hugo, de la limite communale avec Clichy au nord-ouest jusqu'à la limite communale avec Paris au sud-est — juste avant la porte d'Asnières), ont été rapprochés des scénarios types de référence présentés dans la deuxième partie de ce mémoire (scénarios d'accidents urbains sans piéton) et des scénarios types de piéton décrits dans la référence : Brenac et *al.*, 2003.

Parmi ces 65 accidents, 46 ont été affectés à des scénarios types, 6 cas sont des cas particuliers hors scénarios types, 13 cas sont des cas indéterminés (insuffisance de l'information dans la procédure d'accidents) (voir tableau 10). Les enjeux relatifs correspondant aux différents scénarios types sont donc à apprécier par rapport au total des 52 cas déterminés (46 + 6).

Tableau 10 : RD 909 : Cas affectés aux scénarios types, cas non affectés, cas indéterminés

Affectation des cas d'accidents	Nombre de cas
Cas affectés aux scénarios types de référence	46
Cas particuliers non affectés aux scénarios types de référence	6
<i>Total des cas déterminés</i>	52
Cas indéterminés (insuffisance des données)	13
Total	65

Les scénarios types obtenus rendent compte de près de 89 % (88,5 %) des cas accidents analysables se produisant sur la section étudiée. Sur la soixantaine de scénarios types de référence, 22 sont représentés sur cet axe. Parmi ceux-ci, 6 scénarios types sont représentés chacun par au moins 5 % des cas, c'est-à-dire par 3, 4 ou 5 cas. Globalement ces 6 scénarios types représentent 44 % des cas de cet axe (hors cas indéterminés). Les intitulés schématiques de ces six scénarios types sont donnés dans le tableau 11 ci-après.

Tableau 11 : Scénarios types représentés par au moins 3 cas sur la RD 909 à Clichy et Levallois

Sc. 6 — Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse.	5 cas
Sc. 8 — Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.	3 cas
Sc. 17 — Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule initialement masqué et franchissant la file de véhicules.	5 cas
Sc. 20 — Non perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.	3 cas
Sc. 25 — Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents (généralement arrêtés ou très ralentis).	3 cas
Sc. 37 — Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues.	4 cas

En outre, 7 scénarios types sont représentés chacun par 2 cas. Ensemble, ces sept scénarios types représentent environ 27 % des cas (en dehors des cas indéterminés). Il s'agit des scénarios types dont les intitulés schématiques suivent (les scénarios types dont le numéro est précédé d'un P sont des scénarios types d'accident de piéton) :

Sc. 7 — Véhicule s'engageant sur un axe prioritaire sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur (2 cas).

Sc. 12 — Manoeuvre de tourne à droite en intersection et collision avec un véhicule (souvent un deux-roues) circulant généralement dans une voie spécialisée (couloir de bus et/ou bande cyclable) (2 cas, mais sans voie spécialisée).

Sc. 13 — Véhicule tournant à gauche en intersection ou vers un accès riverain et collision avec un véhicule, généralement un deux-roues à moteur, le dépassant (2 cas).

Sc. 21 — Franchissement en début de feu rouge (sous forte contrainte temporelle) et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert (2 cas).

Sc. P3 — Piéton traversant dans une circulation dense, masqué par une file de véhicules arrêtés ou ralentis, souvent en intersection ou à proximité (2 cas).

Sc. P6 — Piéton détecté, engageant une traversée sans prise d'information, surprenant le conducteur (2 cas).

Sc. P8 — Conducteur tournant puis heurtant en sortie de carrefour un piéton traversant, souvent non détecté (2 cas).

Enfin 9 scénarios types ne sont représentés que par un seul cas. Il s'agit des scénarios types 11, 22, 23, 24, P1, P2, P5, Pc5, P15.

Nous présentons ci-après (tableau 12), les pistes d'actions de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique.

14.3.2.2 Pistes d'action en matière de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique

Les pistes d'action produites par l'outil pour ce terrain d'étude concernent uniquement les scénarios types principaux rencontrés sur la section étudiée, c'est-à-dire représentés par au moins 5 % des cas d'accidents.

Tableau 12 : Route départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret : pistes d'action en matière de prévention des accidents issues de l'application du système s'appuyant sur les scénarios types d'accidents

Scénario type 6 (environ 12 % des cas sur la RD 909)

Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse.

- Aménagement fluide des intersections (chaussée large, rectiligne, avec parfois multiplicité des voies) => favorise la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (la vitesse du véhicule circulant sur la voie de destination conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois la manœuvre de tourne à gauche de l'autre véhicule engagée ; la vitesse a une influence défavorable sur la position du deux-roues motorisé venant de l'arrière et sur sa perceptibilité par l'autre usager, au moment critique de la prise d'information précédant le changement de file
- Surcharge d'informations visuelles (liée à la largeur et à la multiplicité des voies de circulation, parfois liée à la présence de commerces, d'enseignes publicitaires, etc.) ne favorise pas la détection d'un véhicule de petite taille tel qu'un deux-roues circulant en sens inverse
- Phasage de feux tricolores de type deux phases ne dissociant pas le passage des usagers tournant à gauche du passage des usagers en mouvement direct en sens inverse
- Absence d'aménagements destinés à rendre plus confortables un arrêt préalable à une manœuvre de tourne à gauche et absence d'aménagement destinés à contraindre la trajectoire du véhicule tournant => favorise la réalisation assez rapide de manœuvre de tourne à gauche et un prélèvement d'information sommaire
 - Réduire la vitesse sur l'ensemble de la section et en particulier au niveau des intersections
 - Réaménagement global de la voirie visant une réduction des vitesses : mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir notamment CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994)
 - Aménagement de carrefours giratoires, de plateaux surélevés
 - Réduire la complexité de la tâche de prélèvement d'information du conducteur du véhicule tournant
 - Réduction du nombre et de la largeur des voies de circulation
 - Réduction de la surabondance des informations visuelles (panneaux publicitaires par exemple)
 - Dans le cas d'accidents se produisant en carrefours équipés de feux tricolores, dissocier ou décaler les phases de feux des deux usagers
 - Passage d'une gestion à deux phases à une gestion à trois phases
 - Phase spécifique pour les usagers de sens opposés tournant à gauche (=> nécessite cependant l'aménagement de voies de tourne à gauche)
 - Mise en place d'un décalage à la fermeture (efficacité moindre)
 - Défavoriser la réalisation rapide de la manœuvre de tourne à gauche du véhicule tournant
 - Aménagement d'une voie de tourne à gauche ou d'un simple stockage central

Scénario type 8 (environ 6 % des cas sur la RD 909)

Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.

- Aménagement de plusieurs voies pour le même sens de circulation => génère des manœuvres de changement de files particulièrement défavorables aux deux-roues motorisés compte tenu de leur faible perceptibilité et de leur vulnérabilité
- Aménagement large, rectiligne avec multiplicité des voies pour le même sens de circulation => favorise la pratique de niveaux de vitesse relativement élevés (la vitesse du véhicule circulant sur la voie de destination conditionne le temps disponible pour son conducteur pour effectuer une manœuvre d'urgence une fois la manœuvre de changement de file du véhicule aval, engagée ; la vitesse a une influence défavorable sur la position du deux-roues motorisé venant de l'arrière et sur sa perceptibilité par l'autre usager, au moment critique de la prise d'information précédant le changement de file
 - Diminution par différents moyens de la fréquence des manœuvres de changement de file
 - Réduction de l'espace affecté au trafic automobile par une diminution du nombre de voies de circulation
 - Aménagement lorsque l'emprise le permet de contre-allées
 - Réduire la vitesse globalement sur l'ensemble de la section concernée par des accidents relevant de ce scénario type
 - Réduction du nombre de voies de circulation associées à d'autres dispositifs visant une réduction des vitesses (mise en place de terre-plein centraux, d'effets de chicane, de carrefour giratoire à hauteur des intersections ou d'autres techniques de traffic-calming – voir CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994 –) et cela y compris dans le cas d'infrastructures supportant un trafic important
 - Dans le cas d'infrastructures supportant un trafic très important et pour lesquelles les mesures proposées ci-dessus s'avèrent délicates (fort risque de congestion par exemple), un renforcement durable du système de contrôle-sanction des excès de vitesse peut être envisagé

Scénario type 17 (environ 12 % des cas sur la RD 909)

Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule initialement masqué et franchissant la file de véhicules.

- Aménagement à plusieurs voies pour le même sens => favorise la formation de files multiples de même sens, certaines arrêtées et d'autres plus rapides ; effets de masques sur un véhicule en provenance d'un accès ou d'une autre rue
- Aménagement large de la voie => favorise des manoeuvres rapides de remontées de files par les deux-roues motorisés
- Faible perceptibilité en approche de la présence d'une intersection => rend peu prévisible l'insertion d'un véhicule initialement masqué
 - Réduire la vitesse à laquelle le véhicule effectue la remontée de la file de véhicules
 - Eviter dans la mesure du possible la juxtaposition de voies de même sens par une réduction du nombre de voies de circulation (avec mise en place d'un terre plein central)
 - Dans le cas d'infrastructure urbaine à 2x1 voie, mise en place d'aménagements centraux (refuges pour piétons, îlots centraux en saillie, terre plein central, *etc.*)
 - Améliorer la prégnance des intersections
 - Mise en place d'aménagements centraux (refuges piétons, îlots en saillie,...) associée à d'autres aménagements (mise en place de passages piétons, réduction de la largeur de chaussée par des avancées de trottoirs, plateau surélevé, revêtement de couleur différente, *etc.*)

Scénario type 20 (environ 6 % des cas sur la RD 909)

Non-perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.

- Infrastructure urbaine large ou conditions d'approche rapides => favorise une vitesse relativement élevée et peut donner l'impression que le trafic automobile y est privilégié par rapport à celui des voies sécantes, ne favorisant pas un prélèvement d'information efficace et précoce sur la présence d'intersections ou de pertes de priorités en aval
- Faible perceptibilité de la présence du carrefour à feux ou des signaux de feux eux-mêmes
- Complexité ou ambiguïté de l'aménagement de certains carrefours à feux => favorise les erreurs d'interprétation relatives au fonctionnement ou à l'état des feux
 - Réduire globalement la vitesse et en particulier au niveau des intersections
 - Mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir notamment CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994)
 - Renforcement de la prégnance des intersections dans l'environnement et de la perceptibilité des signaux de feux
 - Mise en place d'îlots centraux ou de refuges piétons
 - Mise en place de potences de feux, de signaux répétés
 - Réduction de l'étendue ou de la complexité des intersections à feux
 - Recherche d'aménagements de carrefours plus compacts et plus simples

Scénario type 25 (environ 6 % des cas sur la RD 909)

Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents (généralement arrêtés ou très ralentis).

- Infrastructure urbaine large ou conditions d'approche rapides
 - => favorise une vitesse relativement élevée
 - => peut donner l'impression que le trafic automobile y est privilégié, favorisant ainsi une insuffisance en matière de recherche d'information sur la situation en aval et une faible prévision de l'éventuel arrêt d'un ou plusieurs véhicules en aval
- Faible perceptibilité de la présence d'une intersection en aval (souvent carrefours à feux => insuffisance en matière de prévision de l'éventuel arrêt d'un ou plusieurs véhicules en aval
- Absence d'aménagement visant à protéger les usagers en attente de tourne à gauche
 - Réduire globalement la vitesse sur la section concernée
 - Mise en œuvre de techniques de traffic-calming (voir notamment CETUR, 1989, 1990, CERTU, 1994)
 - Renforcement de la prégnance des intersections dans l'environnement et, dans le cas de carrefours à feux, des signaux de feux eux-mêmes
 - Mise en place d'îlots centraux ou de refuges piétons
 - Mise en place de potences de feux, de signaux répétés
 - Isoler dans la mesure du possible les usagers en attente de tourne à gauche
 - Aménagement d'une voie de tourne à gauche ou d'un stockage central
 - Amélioration ponctuelle des caractéristiques de surface (adhérence, uni longitudinal)
 - En cas de défauts dans les caractéristiques de surface, réfection ponctuelle de la chaussée
 - En l'absence de défauts, mise en place d'un revêtement à haute adhérence (nécessite cependant une surveillance régulière de son usure => l'objectif de réduction des vitesses reste donc le premier à rechercher

Scénario type 37 (environ 8 % des cas sur la RD 909)

Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues.

- Absence d'espace non circulé (espace de protection) entre les zones de stationnement et d'arrêt des véhicules et la trajectoire des véhicules circulant sur la voie
 - Aménagement régulier d'avancées de trottoirs par exemple
 - Possibilité pour des deux-roues motorisés d'effectuer des manœuvres rapide de dépassement de véhicules arrêtés sur la voie de circulation
 - Mise en place régulière ou continue d'aménagements centraux (îlots, refuge, terres pleins centraux)
-

Nous présentons dans ce qui suit les conclusions du praticien ayant réalisé l'étude de la sécurité de la RD 909. Ces conclusions sont issues de la partie « diagnostic » du rapport d'étude (Conseil Général des Hauts de Seine, 2001). Elles reposent sur l'analyse des données d'accidents des années 1995 à 1999, données issues du fichier des accidents (fichier BAAC), des procédures d'accidents corporels établies par les forces de l'ordre (sous format numérisé de type PACTOL) afin de préciser les circonstances des accidents, et d'une série d'observations sur le site.

14.3.3 Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'étude opérationnelle réalisée par le praticien

Nous exposons ici d'une part, les conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur la Route Départementale 909 et d'autre part les pistes d'actions de prévention qu'il recommande à partir de ce diagnostic.

14.3.3.1 Conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière

Les conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur la Route Départementale n°909 entre le pont d'Asnières et la porte d'Asnières, sont les suivantes :

- Près de 23 % des accidents corporels sont de type « non-respect de la priorité des véhicules en sens inverse lors d'une manœuvre de tourne à gauche ». D'après le praticien, tous ces accidents se produisent en intersection.
- Environ 13 % des cas sont de type « non-respect de la priorité des piétons sur passages piétons »
- Environ 12 % des cas sont de type « non-respect de la signalisation tricolore de la part de véhicules »
- Environ 12 % des cas sont de type « ralentissements, arrêts avec percussion à l'arrière » et « surviennent à la suite d'un ralentissement brusque ou de l'arrêt d'un véhicule occasionnant des percussions en chaîne pour des véhicules circulant dans le même sens » ;

- Environ 8 % des cas sont de type « traversées de piétons hors passages piétons » et « sont souvent liés à la présence de commerces » ;
- Environ 6 % des cas sont de type « changement de file, se déporte (même sens) » et « implique également des véhicules circulant dans le même sens, mais cette fois côte à côte. Ces collisions sont dues à la largeur de la file de circulation dans chaque sens et surviennent à la suite du déport de l'un des deux véhicules. Le cas le plus fréquent est l'accident entre une voiture et un deux-roues » ;
- Un peu moins de 5 % des cas sont de type « dépassement » et « sont dus à des dépassements entraînant souvent des collisions avec des véhicules en sens inverse »
- Environ 4 % des cas sont de type « demi-tours en pleine voie »

Ce diagnostic amène le praticien à proposer les actions de prévention présentées au point suivant.

14.3.3.2 Conclusions du praticien en matière de mesures de prévention

Les mesures de prévention préconisées par le praticien sont les suivantes :

- Mise en place à hauteur de carrefours à feux d'un marquage décourageant les manœuvres de tourne à gauche effectuées « à l'indonésienne ». (Ce type de pratique peut en effet contribuer à ce que deux véhicules face à face en attente de tourne à gauche se masquent mutuellement la visibilité) ;
- Mise en œuvre à l'approche de carrefours à feux d'un enrobé anti-dérapant ;
- Aménagement à l'approche de certaines intersections régies par priorité à droite, d'avancées de trottoirs avec suppression du stationnement aux abords des intersections ;
- Réfection ou création de passages piétons au niveau de certaines intersections dans un objectif d'améliorer leur prégnance ;
- Réglages de la signalisation tricolore pour certaines intersections équipées de feux ;
- Mise en place à hauteur de ces mêmes intersections de potences de feux afin d'éviter les accidents liés à la non-perception de l'état des feux tricolores ;
- Doublement de la ligne de feux dans l'une des intersections de la partie centrale, le poteau de feu étant actuellement implanté très en amont de l'intersection ;
- Mise en place à hauteur de certaines intersections régies par priorité à droite d'une signalisation tricolore ;
- Création dans certaines intersections de refuges piétons ;
- Création dans l'une des intersections d'un terre-plein central surmonté de barrières.

14.3.4 Comparaison des conclusions issues des deux démarches

14.3.4.1 Comparaison des conclusions des deux démarches en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière de la RD 909

Nous rappelons et résumons dans le tableau ci-après les principales conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'accidents mises en évidence par l'application de l'outil méthodologique (partie gauche du tableau) et par l'expert (partie droite du tableau). Contrairement au cas du boulevard circulaire, la comparaison ne prend pas en compte les

éléments explicatifs de ces phénomènes puisque ces éléments n'apparaissent que de façon très implicite dans le rapport d'étude.

Tableau 13 : Comparaison entre des conclusions de l'outil méthodologique et celles de l'expert en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière de la RD 909

Conclusions de l'outil méthodologique concernant les problèmes de sécurité routière de la RD 909	Conclusions de l'expert concernant les problèmes de sécurité routière de la RD 909
Phénomènes d'accidents rencontrés	Phénomènes d'accidents rencontrés ⁸⁴
<p>Six principaux scénarios types d'accidents sont rencontrés sur la RD 909 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sc. 6 – Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse. - Sc. 8 – conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination. - Sc. 17 – Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule initialement masqué et franchissant la file de véhicules. - Sc. 20 – Non-perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert. - Sc. 25 – Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents (généralement arrêtés ou très ralentis). - Sc. 37 – Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues. 	<ul style="list-style-type: none"> - Non-respect de la priorité des véhicules en sens inverse lors d'une manœuvre de tourne à gauche. - Changement de file, se déporte (même sens) : implique également des véhicules circulant dans le même sens, mais cette fois côte à côte. Le cas le plus fréquent est l'accident entre une voiture et un deux-roues. - Non-respect de la signalisation tricolore de la part de véhicules. - Ralentissements, arrêts avec percussions à l'arrière survenant à la suite d'un ralentissement brusque ou de l'arrêt d'un véhicule occasionnant des percussions en chaîne pour des véhicules circulant dans le même sens. - Non-respect de la priorité des piétons sur passages piétons - Traversées de piétons hors passages piétons ». - Dépassement avec souvent des collisions avec un véhicule en sens inverse. - Demi-tour en pleine voie.

Il apparaît que les quatre premières catégories mentionnées dans la colonne de droite du tableau semblent en assez bonne concordance, en première analyse, avec les cinq premiers scénarios types mentionnés en colonne de gauche. Deux autres catégories mentionnées par le praticien semblent pouvoir être rapprochées en grande partie des scénarios P3, P6, et P8, identifiés lors de l'application de l'outil comme des scénarios de seconde importance, mais représentés cependant chacun par deux cas sur le terrain étudié⁸⁵.

⁸⁴ Les types d'accidents relevés par le bureau d'étude sont hiérarchisés dans un ordre différent (indépendamment de leur poids dans le total des accidents) par rapport à la présentation faite au point 14.2.3.1, afin de faciliter la comparaison avec les conclusions de l'outil.

⁸⁵ Les enjeux associés par le praticien à ces deux catégories, paraissent relativement importants : 13 % pour la catégorie "Non-respect de la priorité des piétons sur passages piétons" et 8 % pour les "Traversées de piétons hors passage piéton", alors que les scénarios types P3, P6, et P8 correspondent chacun à 3 % des cas. Mais cela tient à ce que les catégories identifiées par le praticien sont très larges et regroupent des cas plus divers sur le plan étiologique : la formulation "non-respect de la priorité" utilisée par le praticien, formulation que l'on rencontre souvent dans les études opérationnelles, n'a d'autre sens ici que le constat qu'un usager était théoriquement prioritaire sur l'autre, et n'a pas de portée explicative (cette formulation ne signifie pas qu'un impliqué a délibérément négligé une règle de priorité). Ces deux catégories ne sont en fait que deux catégories de manœuvres du piéton : traversées sur passage et traversées hors passage.

La catégorie "demi-tour en pleine voie" correspond à des cas que l'on peut rencontrer dans différents scénarios types, notamment le scénario type 6 et le scénario type 17. La septième catégorie identifiée par le praticien ne correspond pas à un scénario type identifié par l'outil méthodologique sur ce terrain d'étude. Inversement, le scénario type 37 ne semble pas correspondre à un phénomène identifié par le praticien.

Si on se limite aux six scénarios principaux identifiés par le système (ceux mentionnés dans le tableau), la cohérence entre les conclusions des deux démarches, concernant la description des phénomènes, n'apparaît donc que moyenne, même si la majorité des catégories identifiées par le praticien sont prises en compte dans les conclusions issues de l'application du système. Cette cohérence est nettement meilleure si l'on introduit les 7 autres scénarios types d'importance intermédiaire identifiés par le système sur ce terrain d'étude (7, 12, 13, 21, P3, P6, P8)⁸⁶. Dans les deux cas, on peut cependant penser que les conclusions issues du système constituent un apport convenable pour un utilisateur non expert, au sens où la majorité des problèmes de sécurité identifiés par un praticien expert sont aussi identifiés par le système.

Comme dans le cas du précédent terrain d'étude, la description des phénomènes par le système paraît souvent plus fine, surtout si l'on se réfère à la description détaillée des scénarios types ; cela peut être attribué à l'utilisation de la notion de scénario type d'accident qui agrège des cas tout en conservant un contenu informatif important (par rapport à des types d'accidents construits sur une ou deux conditions nécessaires et suffisantes). La formulation des types d'accident utilisée par le praticien est principalement une description de manœuvres et apporte peu d'information sur les processus à l'œuvre en amont⁸⁷ ; le rapport d'étude n'apporte pas de détails supplémentaires à ce sujet, par rapport aux conclusions que nous avons exposées au point 14.3.3.1. D'autre part, la conclusion concernant le scénario type 37 n'est apportée que par le système. Il semble donc que, comme dans l'exemple précédent concernant le boulevard circulaire, l'outil méthodologique pourrait apporter des informations supplémentaires sur les phénomènes d'insécurité, y compris à un praticien expert (même si l'expertise du praticien apporte par ailleurs une contribution spécifique).

14.3.4.2 Comparaison des conclusions issues des deux démarches en matière de pistes d'action pour la prévention

Nous rappelons et résumons dans le tableau ci-après (tableau 14) les pistes d'action pour la prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique (partie gauche du tableau) et de l'étude effectuée par le praticien (partie droite du tableau).

⁸⁶ Il est vrai que, pour ce terrain d'étude, la sélection des scénarios types représentés par au moins 5 % des cas (c'est-à-dire les six scénarios types du tableau ci-dessus), ne recouvre au total que 44 % des cas. La détermination des scénarios types à retenir pour décrire les principaux phénomènes d'insécurité pourrait consister à prendre les scénarios types les plus représentés par ordre d'importance décroissante jusqu'à ce qu'ils recouvrent au moins 50 % à 60 % des cas. Cette règle conduirait à considérer aussi, pour ce terrain d'étude, les scénarios types 7, 12, 13, P3, P6, P8. L'ensemble des scénarios retenus représenterait alors 71 % des cas.

⁸⁷ Surtout si l'on note, comme nous l'avons dit plus haut, que la formulation "non-respect de la priorité" utilisée par le praticien signifie simplement qu'un véhicule était théoriquement prioritaire sur l'autre, et n'a pas de portée explicative (cette formulation ne signifie pas qu'un impliqué a délibérément négligé une règle de priorité).

Tableau 14 : Pistes d’action pour la prévention des accidents de la RD 909 issues des deux démarches

Pistes d’action pour la prévention issues de l’application de l’outil méthodologique	Pistes d’action pour la prévention proposées par le praticien
<ul style="list-style-type: none"> - Réaménagement global de la voirie visant une modération des vitesses (techniques de trafic-calming) - Aménagement aux intersections de carrefours giratoires, de plateaux surélevés - Réduction du nombre et de la largeur des voies de circulation - Réduction de la surabondance des informations visuelles - Changement du phasage de feux - Aménagement de voies de tourne à gauche - Aménagement de contre-allées - Aménagement régulier d’avancées de trottoir - Mise en place d’aménagements centraux (refuges pour piétons, îlots en saillie, terre-plein central) - Mise en place de potences de feux, de signaux répétés - Réfection ponctuelle de la chaussée ou mise en place d’un revêtement à haute adhérence dans certaines zones de ralentissement 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de marquages décourageant les manœuvres de tourne à gauche à l’indonésienne dans les carrefours à feux - Mise en œuvre ponctuelle d’un enrobé anti-dérapant - Aménagement d’avancées de trottoirs - Réfection ou création de passages piétons au niveau de certaines intersections => lisibilité - Réglage du phasage des feux tricolores - Mise en place de potences de feux - Doublement de la ligne de feux dans l’un des intersections - Mise en place de signalisations tricolores - Aménagement de refuges pour piétons - Création d’un terre plein central

La comparaison des deux colonnes du tableau montre qu’une majorité des pistes d’actions évoquées par le praticien peuvent trouver une correspondance dans les propositions issues de la mise en œuvre du système. Parmi les autres pistes, une proposition, qui concerne plus particulièrement les piétons ("Réfection ou création de passages piétons au niveau de certaines intersections pour améliorer la lisibilité"), ne trouve pas d’équivalent dans la mesure où dans la colonne de gauche, seuls sont pris en considération les six scénarios types principaux, mais trouverait un équivalent si on prenait en compte également les scénarios types de seconde importance (7, 12, 13, 21, P3, P6, P8) identifiés par le système (des pistes d’actions similaires à celle-ci étant proposées dans la référence Brenac et *al.*, 2003, concernant les scénarios types P3 et surtout P6). D’autres propositions du praticien ne trouvent pas de correspondance (doublement de la ligne de feu, mise en place de feux, marquages pour décourager les manoeuvres de tourne à gauche à l’indonésienne). Certaines semblent résulter d’observations fines du terrain et du fonctionnement des lieux, permettant de mettre en évidence des mesures de détail adaptées aux particularités des lieux : on voit ici l’apport spécifique de l’expertise du praticien et de l’observation de terrain. Pris dans leur ensemble, ces résultats suggèrent néanmoins que, comme pour le précédent terrain d’étude, les conclusions issues de l’application de l’outil méthodologique en matière de pistes d’actions peuvent être considérées comme utiles pour un utilisateur non expert, au sens où un non expert utilisant le système pourrait ainsi retrouver une bonne partie des conclusions du praticien expert.

D’un autre côté, seules 5 des 11 pistes d’action issues de l’utilisation du système, telles qu’elles sont présentées dans la colonne de gauche du tableau, trouvent leur équivalent dans les conclusions du praticien. Il est intéressant de noter que parmi les six pistes d’actions

évoquées seulement par le système, on trouve principalement des mesures "lourdes" (réaménagement global de la voirie, aménagement de carrefours giratoires et plateaux surélevés, réduction du nombre et de la largeur des voies de circulation, aménagement de voies de tourne-à-gauche, notamment). Cela suggère que le praticien a pu s'astreindre, dans ses conclusions, à proposer des mesures relativement légères, permettant à court terme d'améliorer la sécurité en attendant une éventuelle opération ultérieure de rénovation ou de requalification urbaine.

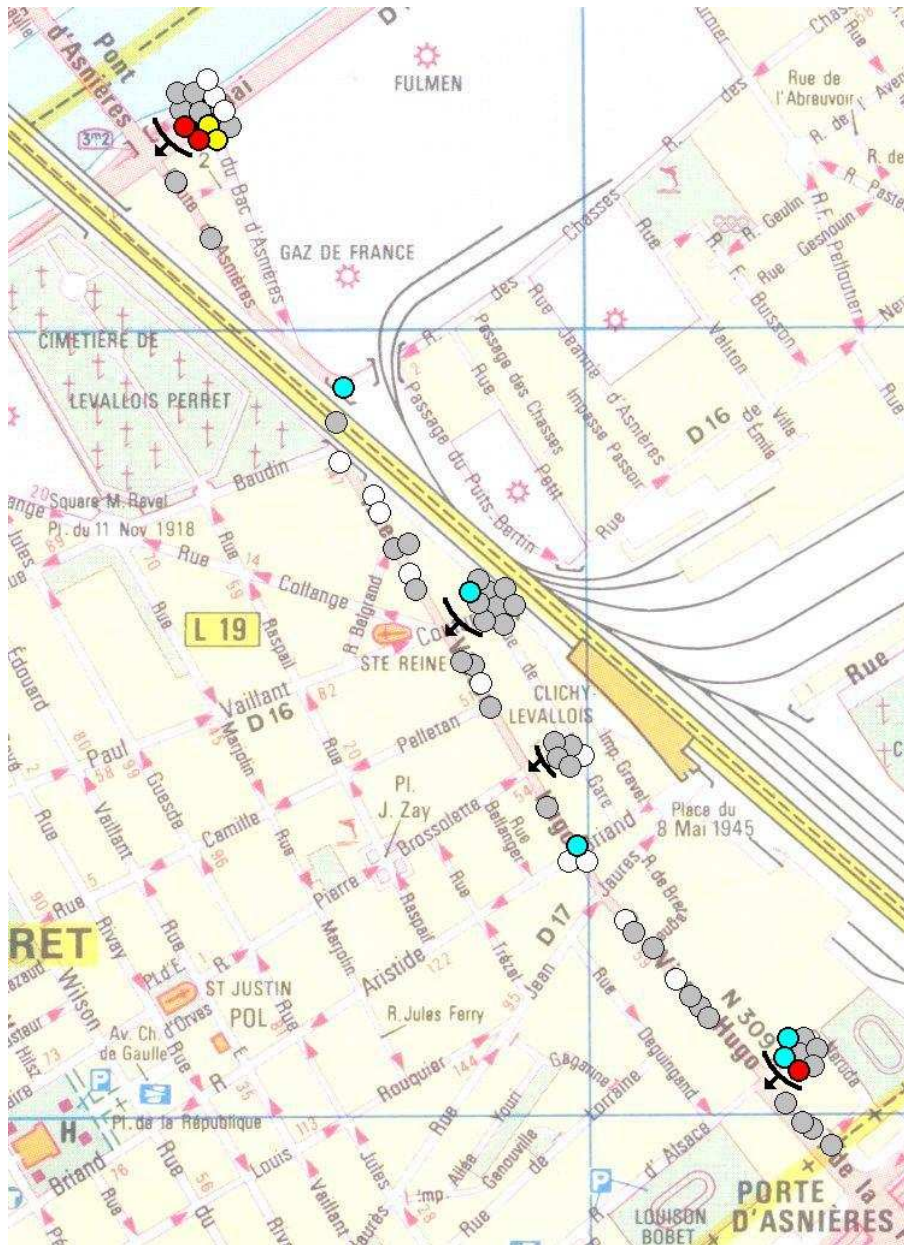
Il semble donc, comme dans l'exemple précédent, que l'existence de cadres de référence implicites concernant le domaine des actions possibles ou envisageables rende difficile l'identification formelle d'une plus-value liée à l'utilisation du système pour un praticien expert, concernant les pistes d'action. Malgré tout il paraît satisfaisant que l'utilisation de l'outil produise une palette de conclusions plus large que le praticien expert, les contraintes liées à la considération d'autres dimensions que la sécurité, et aux contingences de l'action, pouvant intervenir ultérieurement dans le processus de préparation effective de l'action.

14.3.5 Comparaison des conclusions ressortant de la cartographie des accidents effectuée dans les deux démarches

Nous présentons dans un premier temps à titre d'exemple la cartographie des cas correspondant à trois scénarios types rencontrés sur la section étudiée. Les cartes relatives aux autres scénarios types principaux sont présentées en annexe 4. Comme nous l'avons vu en début de chapitre, cette fonctionnalité est en principe automatisable. Nous exposons ensuite la cartographie des accidents plus traditionnelle effectuée par le praticien. Pour chacune de ces deux cartographies, nous présentons l'interprétation qui peut en être faite. Nous comparons enfin les conclusions ressortant de chacune des deux démarches en matière de compréhension des phénomènes d'accidents et de leurs liens avec l'environnement dans lequel ils se produisent.

14.3.5.1 Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité issues de l'outil méthodologique et éléments d'interprétation

La figure 15 représente les sites d'occurrence des accidents relevant des scénarios types 6 et 20, ainsi que les sites des accidents relevant du scénario type 21, qui correspond souvent à un contexte similaire à celui du scénario 20.



Echelle : 1/9000. Fonds cartographique : Michelin : Banlieue de paris, Nord-Ouest.

Figure 15 : Sites d'occurrence des accidents étudiés sur la RD 909 à Clichy et Levallois : accidents des scénarios types 6 (en bleu), 20 (en rouge) et 21 (en jaune), par comparaison aux autres cas (en gris et blanc).

- Sc. 6 — Conducteur tournant à gauche, généralement en intersection, sans percevoir un usager, souvent un deux-roues à moteur, circulant en sens inverse.
- Sc. 20 — Non-perception (ou perception tardive ou problème d'interprétation) de la présence ou de l'état d'un feu tricolore et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert.
- Sc. 21 — Franchissement en début de feu rouge (sous forte contrainte temporelle) et collision avec un véhicule bénéficiant du feu vert (2 cas).
- Autres scénarios types et cas hors scénarios types.
- Cas indéterminés.

Cette carte a été interprétée par une personne du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Nous reprenons ci-dessous les principaux points de cette représentation.

On peut noter que les cas du scénario type 6 sont répartis sur différents carrefours importants (tous à feux) sur l'ensemble de l'axe, y compris sur la partie la plus urbaine et la plus dense, où, si les vitesses sont sans doute moins élevées, la plus grande complexité des scènes visuelles, liée notamment à la présence de commerces, contribue néanmoins à rendre plus difficile la perception des deux-roues (voir la description de ce scénario dans la deuxième partie). Alors que les cas rattachés au scénario type 20, comme au scénario type 21, semblent plutôt se cantonner au carrefour d'extrémité à la tête du pont d'Asnières : sur les deux axes concernés, Quai de Clichy et Pont d'Asnières, les infrastructures larges, rapides, et sans rupture visuelle — absence d'îlots, de refuges piétons — favorisent à la fois la détection tardive des feux et les situations délicates en fin de vert (décision, sous fortes contraintes temporelles, de poursuivre la progression malgré le passage au jaune puis au rouge).

Des cartes similaires, accompagnées d'éléments d'interprétation, sont également présentées pour les autres scénarios types principaux (scénarios types 8, 17, 25 et 37), en annexe 4.

14.3.5.2 Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité effectuées par le praticien et éléments d'interprétation

Nous présentons ci-après, la représentation spatiale des accidents effectuée par le praticien. Cette carte représente les accidents corporels s'étant produits sur la zone d'étude entre 1995 et 1999.

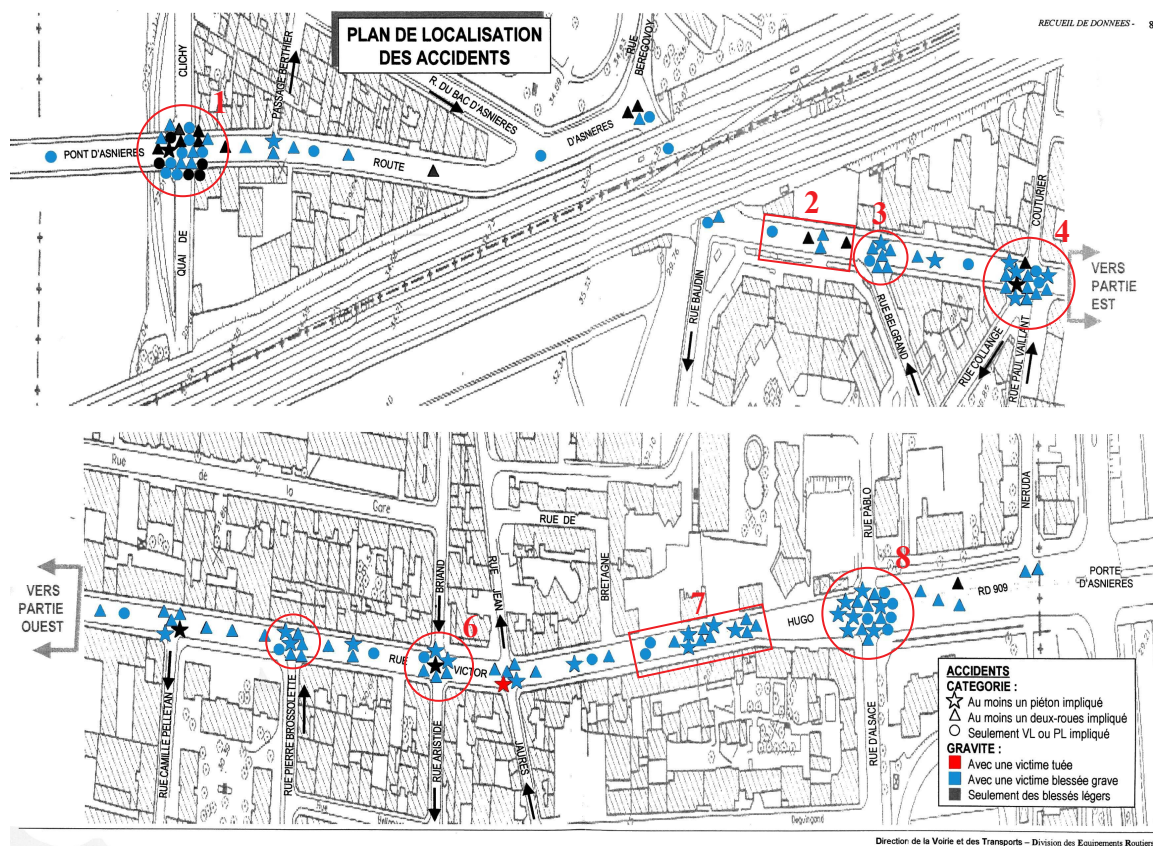


Figure 16 : Représentation cartographique des accidents s'étant produits entre 1995 et 1999 sur la zone d'étude et identification des zones d'accumulation (Source : Conseil Général des Hauts de Seine, 2001).

Pour le praticien, cette représentation cartographique, intitulée « plan de localisation des sites sensibles » a pour but d'identifier et de présenter les principales zones d'accumulation. A partir de cette représentation spatiale, le praticien identifie six intersections et deux sections particulièrement accidentogènes (cercles et rectangles en rouge sur la carte). Cette carte ne donne pas lieu dans le rapport à une présentation textuelle d'éléments d'interprétation. Le praticien présente ensuite une analyse spécifique de chaque zone d'accumulation : pour chacune d'entre-elles, il analyse de nouveau les données d'accidents et met en évidence les problèmes de sécurité ainsi que les différentes mesures susceptibles d'y remédier.

La comparaison des deux démarches semble plus difficile ici que dans l'exemple précédent concernant le boulevard circulaire : il semble en effet que, dans le présent cas, le but du praticien se limite à l'identification et à la présentation de points d'accumulation. Les informations sur les types d'impliqués et sur la gravité ne donnent pas lieu à interprétation. Alors que la cartographie des accidents par scénarios types répond notamment, ici comme dans d'autres applications, à la préoccupation de faire émerger des régularités spatiales et des hypothèses concernant leurs déterminants, en particulier concernant le rôle de caractéristiques de l'environnement et de l'aménagement dans la genèse de certains accidents.

Même si l'on se limite à l'objectif poursuivi par le praticien dans cet exemple, il semble néanmoins que l'on puisse considérer que la cartographie par scénario type, telle qu'elle a été présentée (carte des cas d'un ou plusieurs scénarios, comparés aux autres cas),
– peut être utilisée, par une lecture directe, pour identifier des zones d'accumulation,
– et d'autre part, dans la mesure où elle permet de conserver une information sur les mécanismes à l'œuvre dans les accidents, fournit des éléments plus riches sur les zones d'accumulation elles-mêmes et pourrait limiter le besoin de retour aux données d'accidents sur chaque zone identifiée.

14.4 Conclusion

L'objectif de ce chapitre était d'apporter une contribution concernant l'évaluation de l'utilité relative d'un outil méthodologique constitué de scénarios types d'accidents de référence, de connaissances sur les mesures de prévention, de méthodes de reconnaissance (manuelles ou automatiques) permettant l'affectation des cas d'un échantillon local aux scénarios types.

Nous avons rappelé dans une partie introductive ce que nous entendions par le terme d'utilité relative.

Nous avons ensuite précisé l'objet de l'investigation présentée dans ce chapitre, en définissant l'outil méthodologique à évaluer, et en spécifiant les termes dans lesquels la question de l'utilité relative de cet outil pouvait être posée :

– Pour un utilisateur expert en sécurité routière, quel est l'apport de cet outil par rapport à une démarche d'étude plus courante ne l'utilisant pas : fait-il émerger de façon plus complète les problèmes d'insécurité routière ou les moyens de prévention envisageables, ou du moins met-il en évidence des phénomènes ou des pistes d'actions qui n'auraient pas été identifiés par une démarche plus courante ?

– Pour un utilisateur non expert en sécurité routière, quel est l'apport de cet outil : les résultats de sa mise en œuvre permettent-ils de retrouver en partie ceux qu'obtiendrait un expert avec une démarche d'étude plus courante ? Le système pourrait-il alors compenser au moins en partie la faiblesse de l'expertise de l'utilisateur ?

Nous avons ensuite présenté la méthode utilisée reposant sur la comparaison des conclusions issues d'une étude opérationnelle de diagnostic réalisée par un praticien expert et des conclusions issues de l'application de l'outil méthodologique sur le même terrain d'étude et sur une période comparable.

Cette démarche a été appliquée sur deux terrains d'étude : le boulevard circulaire de la Défense et la Route Départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret.

Il est clair que les comparaisons établies entre les conclusions issues de la mise en œuvre de l'outil et celles obtenues par des praticiens experts, sur les deux terrains d'étude, reposent sur une démarche plutôt qualitative et relativement peu formelle, faisant largement appel à l'interprétation. Quelques enseignements peuvent néanmoins en être tirés, même si d'autres investigations du même type, sur d'autres terrains d'étude par exemple, seraient utiles pour consolider ces résultats.

Concernant aussi bien la description des phénomènes d'insécurité que l'identification des pistes d'actions, les comparaisons réalisées suggèrent que les productions de l'outil peuvent être considérées comme un apport pour un utilisateur non expert en sécurité routière, au sens où, pour un non expert, l'application de l'outil permettrait de retrouver une bonne partie des conclusions obtenues par un praticien expert.

D'autre part, concernant les phénomènes d'insécurité, les deux exemples étudiés suggèrent que l'outil méthodologique peut apporter des informations supplémentaires, y compris à un praticien expert – ce qui n'enlève rien à la contribution de l'expertise du praticien lui-même. Concernant les pistes d'action, si les résultats obtenus suggèrent également que le système apporte des informations supplémentaires, cette conclusion doit être tempérée dans la mesure où les propositions de pistes d'actions présentées par les praticiens experts sont sans doute limitées par ailleurs par un cadre de référence implicite, fonction des conditions de l'étude, des attentes des commanditaires, et d'autres préoccupations que celles liées à la sécurité.

Concernant l'apport de l'outil en matière de représentation cartographique (cartographie des accidents par scénario type), les conditions de la comparaison ne permettaient pas de tirer des conclusions définitives, puisque une interprétation experte des cartes produites par l'outil était nécessaire pour que les conclusions puissent être comparées à celle du praticien ; et dans ce cas l'apport de l'outil, dans une comparaison "*expert 1*" versus "*expert 2 + outil*", ne peut être facilement distingué des effets des différences entre les deux experts. La comparaison suggère néanmoins que l'utilisation de la notion de scénario type dans la représentation cartographique, du fait du contenu informatif et explicatif du scénario type et de l'homogénéité des cas qui lui sont apparentés, présente un avantage important, propre à accroître la portée heuristique de la cartographie des accidents.

Sur un autre plan, l'application de l'outil sur les deux terrains d'étude suggère que ses fonctionnalités pourraient être améliorées ou complétées notamment dans les domaines évoqués ci-dessous.

- Génération, pour chaque scénario type, d'hypothèses permettant d'orienter les observations à conduire sur le terrain. Par ailleurs, l'application sur divers terrains d'étude de l'outil informatique une fois validé, et l'examen critique par les praticiens des pistes d'actions proposées par le système, devrait permettre d'identifier progressivement un ensemble d'hypothèses pouvant ensuite être réutilisées sur de nouveaux terrains d'étude.
- Pondération des pistes d'action proposées par le système en fonction des nombres de cas concernés.
- Amélioration de la représentation cartographique des scénarios types visant notamment l'intégration de davantage de contenu informatif dans les représentations spatiales.

Concernant les aspects spatiaux, en particulier, les moyens mis en œuvre par l'outil (comme ceux utilisés par les praticiens), restent assez rudimentaires puisqu'il ne s'agit que d'une cartographie des accidents par scénario type sur un fond de carte courant. Des fonctionnalités beaucoup plus étendues pourraient certainement être obtenues en utilisant les potentialités des systèmes d'information géographique (SIG), mais cela supposerait préalablement de progresser dans le travail de conceptualisation et de modélisation concernant les déterminants spatiaux des phénomènes d'insécurité routière.

Par ailleurs, l'application au deuxième terrain d'étude a en particulier montré que l'outil pourrait certainement être amélioré concernant le critère utilisé pour sélectionner les scénarios types principaux servant de base à la présentation des conclusions (scénario type représentant plus de 5 % des cas). Ce critère est sans doute probablement trop sélectif et devrait être réétudié.

En résumé, les résultats exposés dans ce chapitre, pris dans leur ensemble, et malgré les possibilités d'amélioration de l'outil évoquées ci-dessus, tendent à montrer que l'outil méthodologique évalué présente une certaine utilité relative, par rapport à une démarche d'étude qui ne l'utiliserait pas, pour un utilisateur non expert et à un moindre degré pour un utilisateur expert.

Chapitre 15 :

Contribution à l'évaluation de l'utilisabilité des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident

Nous nous sommes intéressés dans le chapitre précédent à l'évaluation de l'utilité relative d'outils méthodologiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident par rapport à des démarches d'étude courantes n'utilisant pas cette notion. Concernant l'opérationnalité de tels outils, une deuxième dimension à prendre en considération est celle de l'utilisabilité. C'est sur cet aspect que porte le présent chapitre.

Comme nous l'avons vu dans la première partie (chapitre 3, point 3.3.2.), dans le domaine de l'ergonomie, la dimension centrale de la notion d'utilisabilité d'un outil ou d'un système, est sa plus ou moins grande facilité d'utilisation. Nous avons également vu que, d'après de nombreux auteurs, cette dimension ne peut suffire à évaluer l'utilisabilité d'un outil ou d'un système et que d'autres aspects, comme par exemple, l'efficacité, l'efficience, l'apprenabilité, de son utilisation, ou encore la satisfaction et la sécurité de son utilisateur, doivent être pris en compte.

La contribution que nous apportons ici, à partir d'investigations auprès d'utilisateurs ou de groupes d'utilisateurs ayant mis en oeuvre de tels outils méthodologiques sur des terrains d'étude locaux, porte plus particulièrement sur :

- d'une part, leur facilité d'utilisation ;
- d'autre part, l'efficacité de leur utilisation dans le sens de la validité des résultats obtenus en matière d'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence.

Nous présentons dans un premier temps quelques éléments sur la démarche mise en oeuvre et justifions le choix de cette démarche en référence à la littérature internationale relative à l'utilisabilité d'outils ou de systèmes d'aide. Nous présentons ensuite les résultats issus de l'évaluation de chacun des deux aspects mentionnés ci-dessus. Enfin, nous concluons sur les principaux enseignements à tirer de ces analyses quant à l'utilisabilité des outils méthodologiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident.

15.1. Méthode mise en œuvre

Dans le chapitre précédent, nous avons évalué, par une forme de simulation, l'utilité relative d'un outil méthodologique « automatique », fournissant à l'utilisateur une affectation des cas d'accidents de son terrain d'étude à des scénarios types de référence, et donc des résultats sous forme d'une liste de scénarios types principaux représentés sur ce terrain, des enjeux associés en nombre de cas, des perspectives de prévention correspondantes, et d'une cartographie des accidents par scénario type. Une telle évaluation par simulation était possible dans la mesure où l'utilité peut être appréciée sur la base de l'apport des résultats obtenus par l'outil.

Concernant l'utilisabilité, il n'a pas été possible de simuler le fonctionnement d'un outil méthodologique « automatique » tout en conservant une « validité écologique » suffisante, qui imposait une mise en œuvre dans un contexte réellement opérationnel. C'est pourquoi la contribution que nous proposons dans ce chapitre porte plutôt sur l'évaluation de l'utilisabilité d'un outil méthodologique manuel reposant sur la notion de scénario type d'accident.

En effet, la mise au point en juillet 2005 d'une première version manuelle de l'outil, constituée de corpus de scénarios types de référence décrits dans les références Brenac et *al.* (2003) et Clabaux (2005) et de méthodes manuelles d'affectation de cas à ces scénarios types décrites dans Brenac et *al.* (2003) a permis son utilisation par des praticiens dans le cadre d'études locales de sécurité. C'est sur la base de cette utilisation dans le cadre de plusieurs études opérationnelles de sécurité que porte notre évaluation.

Cet outil est un cadre méthodologique permettant :

- l'affectation manuelle de cas d'accidents à des scénarios types de référence ;
- la présentation des différents scénarios types rencontrés, avec l'enjeu associé (en nombre de cas concernés sur le terrain d'étude), sur la base des publications que nous venons de citer ;
- la détermination d'actions de prévention à partir de la série de scénarios types rencontrés, sur la base de ces mêmes publications.

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction de ce chapitre, deux aspects de l'utilisabilité sont ici évalués : la facilité d'utilisation de l'outil et l'efficacité de cette utilisation par un praticien, au sens de la validité des résultats de l'affectation des cas aux scénarios types.

Concernant la validité des résultats de l'affectation des cas par les praticiens, il s'agit de répondre à la question suivante : l'affectation des cas d'un échantillon local aux scénarios types effectuée par un praticien dans un contexte opérationnel est-elle suffisamment proche de celle qu'aurait pu effectuer un chercheur expert en accidentologie, pour conclure sur ce point en un outil utilisable de façon efficace par un praticien ? Pour répondre à cette question, nous avons choisi de comparer les résultats de l'affectation des cas aux scénarios par le praticien avec les résultats de l'affectation des mêmes cas, effectuées cette fois par un expert du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Cette comparaison est effectuée à partir

des fiches d'analyse⁸⁸ réalisées par les praticiens. Les résultats de cette comparaison et les principaux enseignements que nous pouvons en retirer, concernant cet aspect de l'utilisabilité de cet outil méthodologique, sont présentés au point 15.2.

Concernant l'évaluation de la facilité d'utilisation, différentes méthodes existent. Nous nous référons pour cela à la littérature du domaine de l'ergonomie.

De nombreuses méthodes existent en ergonomie pour évaluer l'utilisabilité et plus largement l'ergonomie de produits, d'interfaces homme-machine, d'outils ou encore de systèmes d'aide. D'après Stanton et Young (1998), qui font une revue critique des différentes méthodes existantes dans la littérature et adoptées dans la pratique par les ergonomes afin d'évaluer l'ergonomie ou l'utilisabilité de biens de consommation, d'outils ou de systèmes d'aide, on peut considérer qu'il existe onze principales méthodes. Parmi ces onze méthodes Stanton et Young en identifient quatre comme étant les plus régulièrement utilisées, à savoir :

- Les checklists : c'est le concepteur qui s'appuie sur une liste de problèmes possibles d'ergonomie à prendre en compte pour évaluer l'utilisabilité du produit concerné. Bien que cette méthode présente l'avantage de pouvoir être facilement et rapidement mise en œuvre, Stanton et Young insistent sur l'idée qu'une telle méthode présente un problème important de sensibilité situationnelle, c'est-à-dire que les résultats d'une telle analyse dépendront fortement de l'expertise de l'analyste.

- Les questionnaires complétés par les utilisateurs. Là encore, leur facilité de mise en œuvre est soulignée par les auteurs.

- L'observation des utilisateurs, qui est une des méthodes les plus évidentes pour recueillir de l'information sur l'interaction entre un utilisateur et un dispositif. Selon ces auteurs, observer et enregistrer l'interaction informe indubitablement l'analyste sur ce qui se passe lors de l'épisode observé. Mais ils notent que la qualité de l'observation dépend beaucoup des méthodes d'enregistrement et d'analyse des données, et que ces méthodes sont souvent critiquées concernant les points suivants : lourdeur de la méthode, caractère intrusif de l'observation, et nature partielle de la méthode observationnelle.

- Les interviews avec des utilisateurs ou des groupes d'utilisateurs, qui, comme les observations, comportent un bon niveau de validité écologique. Les méthodes par entretien peuvent être critiquées du fait de leur caractère rétrospectif et du fait qu'elles sont basées sur des éléments rapportés par l'utilisateur lui-même (self-report), mais en contrepartie, elles évitent l'intrusion de l'observateur lors de l'utilisation du dispositif, et portent donc sur des conditions d'utilisation plus proches du contexte opérationnel réel. Les méthodes par entretien sont généralement considérées comme mieux à même de faire émerger des problèmes d'utilisabilité dépassant la simple interaction directe utilisateur-dispositif et relatifs au contexte d'utilisation pris dans un sens large (Garmer et al., 2004 ; Stanton et Young, 1998). La souplesse des méthodes par entretien, et leur caractère approfondi et complet sont également soulignés par Stanton et Young.

⁸⁸ Bien entendu, une comparaison des résultats de l'affectation à partir des procès-verbaux d'accidents aurait été préférable. Cependant, pour des raisons d'accès aux procès verbaux (cette option nous aurait conduit à nous rendre dans les commissariats de Police et dans les brigades de Gendarmerie des différentes circonscriptions sur lesquelles portaient les études) nous avons choisi de nous appuyer sur les fiches d'analyse d'accident établies par les praticiens. Ces fiches comportaient une description du déroulement de chaque accident selon le modèle séquentiel de l'INRETS, un ensemble d'éléments explicatifs et un schéma de l'accident.

Ces considérations nous ont conduit à choisir une méthode par entretien, de façon à pouvoir faire émerger la diversité des problèmes d'utilisabilité, dans des conditions les plus proches possibles du contexte opérationnel.

Nombre d'utilisateurs interviewés

Concernant la question du nombre d'utilisateurs, plusieurs travaux de recherche relatifs à l'évaluation de l'utilisabilité d'interfaces homme-machine, montrent que, généralement près de 80 % des problèmes d'utilisabilité sont mis en évidence par quatre ou cinq sujets et que l'ajout de sujets supplémentaires ne conduit généralement qu'à peu d'informations nouvelles, par rapport à celles obtenues à partir des quatre ou cinq premiers utilisateurs (voir notamment Virzi, 1992 ; Nielsen et Landauer, 1993 cités par Crystal et Greenberg, 2005 ; Nielsen, 1994b, Nielsen, 2000).

Sur la base des éléments qui viennent d'être exposés, nous avons choisi d'interviewer quatre utilisateurs⁸⁹ (travaillant dans des bureaux d'études privés ou dans des structures de type Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement) jugés représentatifs des futurs utilisateurs des outils méthodologiques qui nous intéressent ici (et ayant utilisé l'outil méthodologique « manuel » que nous avons mentionné plus haut, bien entendu). Ces praticiens ont été interviewés selon la méthode de l'entretien ouvert souvent recommandée en ergonomie (Lompré, 2006, Stanton et Young, 1998).

L'objectif de ces différents entretiens est de répondre aux questions suivantes : les outils méthodologiques s'appuyant sur des scénarios types de référence, sont-ils facilement utilisables dans un contexte opérationnel ? Et si ce n'est pas le cas, quels sont leurs principaux problèmes d'utilisabilité relevés par les praticiens les ayant utilisés ? Et sur cette base, quelles modifications est-il possible d'apporter pour les rendre plus facilement utilisables ?

15.2. Validité de l'affectation des cas aux scénarios types effectuée par les praticiens

Nous comparons ici les résultats de l'affectation de cas d'accidents aux scénarios types de références effectuée dans un premier temps par des praticiens dans le cadre d'études de sécurité, puis dans un second temps et indépendamment, par un expert du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS.

Les données de base sont des fiches d'analyse de cas d'accident, établies par les praticiens sur la base d'une analyse qualitative des procédures d'accidents corporels s'étant produits sur un terrain d'étude délimité. Chaque fiche, présentée sur deux pages, comporte notamment, une description du déroulement de l'accident selon le modèle séquentiel de l'INRETS, un ensemble d'éléments explicatifs et un schéma de l'accident. Cette analyse a été effectuée

⁸⁹ L'un de ces utilisateurs (« praticien A ») est en fait un petit « collectif » car la personne contactée a souhaité que deux de ses collaborateurs participent également à l'entretien.

indépendamment des scénarios types de référence. Sur la base de ces fiches d'analyse, le praticien a ensuite affecté chaque cas à l'un des scénarios types de référence.

Dans un second temps, une fois l'étude du praticien achevée, l'expert du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS a procédé à l'affectation⁹⁰, à partir des fiches d'analyses établies par les praticiens, des cas aux scénarios types. Nous présentons ci-après, les résultats de cette comparaison pour chacun de ces deux praticiens et en tirons quelques enseignements en matière d'utilisabilité de la méthode manuelle d'affectation de cas aux scénarios types.

15.2.1 Validité de l'affectation des cas aux scénarios types pour le praticien

A

Un expert du département Mécanismes d'accidents a examiné les fiches d'analyse de cas établies par le praticien A pour un échantillon de 40 cas d'accidents, puis a apparenté ces cas à des scénarios types de référence. L'expert a trouvé les fiches d'analyse souvent lapidaires et peu explicites, rendant l'apparement du cas à un scénario type parfois impossible, souvent difficile ou relativement hasardeux. Nous désignerons dans ce qui suit l'expert du département Mécanismes d'accident par l'expression "l'expert M.A."

L'affectation des cas aux scénarios types réalisée par le praticien (préalablement, et indépendamment de l'expert), a été ensuite comparée à l'affectation des cas aux scénarios types établie par l'expert M.A.

Sur cet échantillon de 40 cas, le taux d'accord entre les résultats obtenus par le praticien et ceux obtenus indépendamment par l'expert M.A., c'est-à-dire le pourcentage de cas pour lesquels il y a accord sur le scénario type de rattachement du cas, ou accord sur le non rattachement du cas à l'un des scénarios types de référence, est de 50 % (20 cas sur 40), ce qui constitue un résultat médiocre.

L'examen plus détaillé des points de désaccord conduit à interpréter cette médiocre concordance comme résultant de la combinaison de différents éléments :

- des problèmes d'utilisation de la méthode (qui peuvent être vus comme des problèmes d'utilisabilité),
- des problèmes de compréhension des scénarios types de référence (soulevant des questions concernant l'ergonomie des intitulés schématiques et des descriptions détaillées),
- des problèmes liés au degré d'expertise des utilisateurs dans le domaine de la sécurité routière,
- et enfin un artefact lié aux données et à la procédure expérimentale.

Nous revenons ci-après sur ces différents points.

⁹⁰ Sans avoir pris connaissance de l'étude réalisée par le praticien, bien entendu.

Problèmes d'utilisation de la méthode

L'examen de certains cas de désaccord entre praticien et expert M.A. semblent indiquer que le praticien s'est souvent limité à l'utilisation des présentations synoptiques des scénarios types. Ces présentations exposent les intitulés schématiques des scénarios sous forme d'une arborescence permettant d'en donner une vue générale (mais ne figurant en aucun cas un système ni une clé de diagnose). Alors que les éléments de méthode dont il disposait, présentés dans la référence Brenac et *al.* (2003, pp.169-176) précisent bien :

"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." (*op. cit.*, p. 176).

Le cas 19, par exemple, qui concerne un véhicule percutant sur l'arrière le véhicule qui le précède car celui-ci freine brusquement lors du passage au rouge du feu tricolore, n'est affecté à aucun scénario type par le praticien, alors que l'expert M.A. l'affecte au scénario type 26. Il est vrai que le rapprochement avec l'intitulé schématique du scénario type 26 — "*Conducteur (circulant souvent dans une file de véhicules) confronté à un ralentissement soudain de la circulation en aval*" — n'est pas immédiat. Mais la description détaillée du scénario type précise bien, concernant la situation d'accident, que "*le (ou les) véhicule(s) freine(nt), ralentissement le plus souvent lié aux conditions de fort trafic [...] ou lié à la présence en aval d'un feu tricolore au rouge ou passant au rouge*". La proximité du cas et du scénario type apparaît alors plus clairement. L'examen plus complet de la description détaillée du scénario et de la fiche d'analyse du cas confirme que ce cas 19 relève bien de ce scénario type 26, même s'il apparaît plus éloigné du prototype que d'autres cas où le ralentissement est lié au fort trafic et à une circulation en file. Dans cette situation, l'intitulé schématique ne peut suffire à se prononcer. Le même problème est relevé pour d'autres cas, concernant d'autres scénarios types.

Même si ces problèmes résultent d'une utilisation de la méthode s'écartant des préconisations, il semble que la conception de l'outil devrait prendre en compte le fait que les présentations synoptiques peuvent jouer un rôle important ; une amélioration de la formulation des intitulés schématiques, voire de l'organisation générale de ces présentations synoptiques serait notamment à étudier. Le fait que, concernant les trois cas d'accident de piéton, il n'y ait pas de divergence entre praticien et expert M.A. suggère qu'une comparaison fine des présentations synoptiques proposées dans les travaux concernant les piétons (Brenac et *al.*, 2003) et dans le présent mémoire (voir deuxième partie) pourrait être utile.

Problèmes de compréhension des scénarios types de référence

Dans certains cas, l'affectation d'un cas révèle une incompréhension du scénario type par le praticien. Prenons par exemple le cas 15 : un véhicule 1 s'arrête pour laisser passer un véhicule 2 provenant d'une petite rue latérale sur sa droite et qui est prioritaire (priorité à droite) ; un cyclomoteur double le véhicule 1 par la gauche et entre en collision avec le véhicule 2, qui passe devant le véhicule 1 pour tourner à gauche. L'expert M.A. affecte ce cas

au scénario type 17 – dont l'intitulé schématique est « *Véhicule (généralement un deux roues à moteur) remontant une file de véhicules arrêtés et collision avec un véhicule initialement masqué et franchissant la file de véhicules* » – mais le praticien affecte ce cas d'accident au scénario type 3, dont l'intitulé schématique est « *Véhicule tournant à gauche en intersection et entrant en collision avec un deux-roues à moteur circulant en sens inverse et initialement masqué par le véhicule le précédant* ». Ce dernier scénario type, qui implique un véhicule et un deux-roues à moteur circulant initialement en sens inverse (face à face) sur un même axe, a visiblement été mal compris par le praticien. On peut noter que l'intitulé schématique de ce scénario type pourrait être rendu plus explicite, par exemple par l'ajout d'un pictogramme⁹¹. La consultation de la description détaillée du scénario type aurait néanmoins permis au praticien de détecter l'inadéquation entre le cas sous examen et ce scénario type (bien que la description détaillée puisse être également améliorée).

Cela confirme l'existence de potentialités d'amélioration de l'outil méthodologique concernant notamment l'ergonomie des intitulés schématiques et des descriptions détaillées des scénarios types.

Problèmes liés au degré d'expertise des utilisateurs dans le domaine de la sécurité routière

Dans certains cas, il semble que des choix erronés dans l'affectation des cas tiennent à la méconnaissance de certains mécanismes à l'œuvre dans la production des accidents. Par exemple, trois cas rattachés par l'expert de M.A. au scénario type 8 (intitulé schématique : "*Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination*") ne sont rattachés à aucun scénario type par le praticien, qui les utilise pour constituer un "nouveau scénario" : "*Manoeuvre de changement de file sur autoroute (conducteur ayant pris généralement toutes informations nécessaires) surprenant l'autre véhicule (généralement un deux roues)*". La constitution de ce « nouveau scénario » semble tenir d'une part au fait que ces cas se produisent sur autoroute (mais sur ce point l'examen de la description détaillée du scénario type 8 montre qu'il n'exclut pas les accidents sur autoroute) et d'autre part au fait qu'un prélèvement adéquat d'information par le conducteur changeant de file a été réalisé. Mais sur ce point, contrairement à ce que suggère cette précision apportée par le praticien, le fait qu'il y ait prélèvement adéquat d'information n'exclut pas qu'il y ait non perception du motocycliste : il semble que le problème de faible perceptibilité (« conspicuity ») des motocyclistes, qui peut expliquer qu'un motocycliste, même situé dans le champ visuel d'un autre usager, peut ne pas en être perçu (voir par exemple Hurt et *al.*, 1981,a,b), soit méconnu du praticien.

On voit donc que, même si le degré d'expertise nécessaire à l'apparemment manuel de cas à des scénarios types n'est pas aussi élevé que celui nécessaire à l'analyse approfondie d'un cas, il n'est pas négligeable pour autant. Cela renforce l'intérêt que l'on peut porter aux

⁹¹ L'intitulé schématique du scénario type 3 pourrait par exemple devenir : *Véhicule tournant à gauche en intersection et entrant en collision avec un deux-roues à moteur circulant en sens inverse (↵) et initialement masqué par le véhicule le précédant*. Néanmoins, l'utilisation généralisée de pictogrammes peut poser problème, puisque ces représentations ont généralement un fort impact et peuvent contribuer à caricaturer un scénario type. D'autre part, un même scénario type peut correspondre à plusieurs configurations de manœuvres donc à plusieurs pictogrammes, et un même pictogramme peut se rapporter à différents scénarios types.

méthodes d'apparemment automatiques, qui doivent cependant aussi faire l'objet de validations.

Artefact lié aux données et à la procédure expérimentale

Enfin, le fait que les fiches d'analyse soient relativement peu explicites peut introduire une distorsion entre le niveau d'information sur l'accident dont dispose le praticien (qui a étudié le cas et peut avoir en mémoire des informations supplémentaires sur le cas) et le niveau d'information de l'expert, qui ne dispose que de la fiche. Cela peut favoriser des divergences concernant le scénario type de rattachement, ou conduire l'expert M.A. à considérer qu'on ne peut rattacher certains cas peu informés à aucun scénario type, alors que le praticien procède à un rattachement sur la base d'une connaissance peut-être plus complète du cas (cas 9, 10, 12, 14, par exemple). Cela peut conduire à sous-évaluer le taux d'agrément réel entre le praticien et l'expert M.A., puisque cet agrément serait sans doute supérieur si praticien et expert disposaient du même niveau d'information sur les cas. En ce sens, on peut considérer qu'une partie de la discordance entre praticien et expert M.A. est un artefact qui tient aux imperfections de la procédure expérimentale et des données utilisées.

15.2.2 Validité de l'affectation des cas aux scénarios types pour le praticien B

Le même expert du département Mécanismes d'accidents ("expert M.A.") a également examiné les fiches d'analyse de cas d'accidents établies par le praticien B, pour un échantillon de 61 cas, puis a apparenté ces cas à des scénarios types de référence. Concernant cet échantillon, l'expert a trouvé les fiches d'analyse claires et explicites, avec un contenu informatif en général suffisant pour se prononcer sur l'apparement des cas aux scénarios types.

L'affectation des accidents aux scénarios types réalisée (préalablement et indépendamment) par le praticien a ensuite été comparée, comme dans le cas précédent, à l'affectation aux scénarios types obtenue par l'expert M.A.

Sur cet échantillon de 61 cas, le taux d'agrément entre les résultats obtenus par le praticien et ceux obtenus indépendamment par l'expert est de 85 % (52 cas sur 61).

L'analyse des désaccords conduit aux conclusions suivantes :

- Les divergences portent très généralement sur des cas qui sont affectés à un scénario type par le praticien, mais que l'expert M.A. a considérés comme trop particuliers, ou comme indéterminés (insuffisance de l'information présentée dans la fiche d'analyse, liée au caractère trop lacunaire de certaines procédures de police), pour être affectés à un scénario type.
- Seul un cas de désaccord est une divergence concernant le scénario d'affectation.

Il semble que le praticien ait cherché à affecter le plus possible de cas aux scénarios types (seul 3 cas sur 61 ne sont pas affectés, alors que pour l'expert M.A. 11 cas sur 61 ne sont pas affectés).

Interrogé sur son appréciation de l'affectation des cas aux scénarios types établie par le praticien, l'expert M.A. note que cette affectation peut être considérée comme cohérente avec ses propres conclusions, compte tenu du fait que l'affectation aux scénarios types obtenue par le praticien donne une représentation des phénomènes d'insécurité qui ne diffère pas sensiblement de celle que donnent ses propres résultats.

Cet ensemble d'éléments suggère que, concernant l'utilisation de la méthode par ce praticien, la validité des résultats obtenus peut être considérée comme bonne.

Il semble d'autre part que l'utilisation de la méthode puisse être améliorée : en particulier les indications méthodologiques données aux praticiens pourraient mentionner explicitement qu'il est « normal » qu'une partie non négligeable des cas ne puisse être affectée aux scénarios types, par insuffisance d'information ou du fait des particularités de certains cas.

15.2.3 Cas des praticiens C et D

Au cours des entretiens avec ces praticiens (voir point 15.3) il est apparu que leur mode d'utilisation de l'outil méthodologique les a conduit, à la différence des praticiens A et B, à n'établir la fiche d'analyse de cas qu'après identification du scénario type de rattachement et en s'appuyant en partie sur la description détaillée du scénario type.

Il ne nous a donc pas semblé possible d'évaluer la validité de l'affectation des cas d'accident sur la base de ces fiches d'analyse : si un expert indépendant mettait en évidence sur cette base, une proximité entre un cas et un scénario type, ce ne serait pas nécessairement le signe d'un accord avec le praticien, mais le signe que la description a été inspirée de celle du scénario type.

Nous avons donc dû renoncer à évaluer la validité de l'affectation des cas aux scénarios types pour les praticiens C et D.

15.3 Utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle : résultats issus des entretiens avec les praticiens

Nous présentons ici les résultats issus des entretiens avec les différents praticiens ayant utilisé l'outil méthodologique dans sa version manuelle. Pour chaque praticien ou groupe de praticiens, nous présentons une synthèse des remarques formulées au sujet de l'utilisabilité de l'outil. Nous en tirons ensuite quelques enseignements en termes d'amélioration possible de l'outil.

15.3.1 Remarques formulées par le praticien A

En fait, comme nous l'avons mentionné plus haut, il s'agit d'un groupe de praticiens (un chargé d'études et deux collaborateurs).

La première remarque relative à l'utilisabilité de l'outil concerne les listes d'intitulés schématiques des scénarios types présentées dans les deux rapports (cf. Brenac et al., 2003, pp.172-175 ; Clabaux, 2005, pp.10-13). Les utilisateurs soulignent premièrement la praticité et la facilité d'utilisation de l'organisation hiérarchique des intitulés schématiques et du renvoi aux pages correspondant à la description détaillée des scénarios. Ils insistent à plusieurs reprises sur cette présentation synoptique comme moyen d'avoir une vue d'ensemble des scénarios types.

L'un d'entre eux mentionne cependant que certains intitulés schématiques sont trop détaillés et que d'autres ne le sont en revanche pas assez. Il évoque par exemple le cas d'un accident impliquant un conducteur quittant une place de stationnement, prenant de l'information dans son rétroviseur extérieur gauche et ne percevant pas un deux-roues à moteur qui le percute lors de sa manœuvre d'insertion sur la voie. Ce cas n'est pas affecté par le praticien au scénario type 9⁹² présenté dans la deuxième partie de ce mémoire et dont l'intitulé schématique est : « *non perception sur l'arrière (dans le rétroviseur) d'un deux-roues à moteur lors d'une manœuvre de demi-tour ou d'insertion* ». Pour le praticien, l'affectation de ce cas à ce scénario type n'apparaît pas évidente dans le sens où, l'intitulé schématique ne mentionne pas qu'il puisse concerner des accidents liés à des manœuvres de sortie de stationnement.

Ce problème peut être considéré comme le signe d'une utilisation de la méthode s'écartant des préconisations et où l'affectation des cas repose en grande partie sur les intitulés schématiques et non sur les descriptions détaillées des scénarios types. La description détaillée du scénario type 9 mentionne en effet explicitement que les accidents correspondant à ce scénario type impliquent le plus souvent des véhicules quittant une place de stationnement. Une amélioration de l'intitulé schématique reste cependant nécessaire, en incluant notamment l'idée que les accidents relevant de ce scénario type, peuvent impliquer des véhicules quittant une place de stationnement, d'autant plus que quatre cas parmi les six cas ayant servi à élaborer ce scénario type impliquaient des conducteurs sortant d'une place de stationnement.

Ces éléments confirment ce que nous évoquions au point précédent, à savoir que la conception de l'outil devrait davantage prendre en compte le fait que les présentations synoptiques peuvent jouer un rôle important dans une utilisation opérationnelle de l'outil, et qu'une amélioration de la formulation de certains d'entre eux devrait être étudiée.

Une autre remarque, relative à l'utilisabilité de l'outil, concerne la description des scénarios types eux-mêmes. D'après l'un des utilisateurs de ce groupe, la richesse des informations décrites dans les scénarios, et notamment dans la situation de conduite, ne facilite pas l'affectation des cas aux scénarios, compte tenu du fait qu'il est difficile que toutes les informations disponibles dans la procédure d'accident corporel, coïncident avec la description du scénario type. Il évoque l'exemple d'un cas d'accident impliquant un piéton traversant et se produisant sur une infrastructure urbaine peu large et pouvant se rapprocher de deux scénarios types. L'affectation à l'un des deux scénarios lui semble cependant délicate

⁹² Ce même cas est en revanche affecté par l'expert M.A. au scénario type 9.

dans la mesure où les facteurs accidentogènes assortis à la description du scénario mentionnent que la grande largeur de la voie est en cause. Par le biais de cette remarque, il souligne la nécessité d'un mode d'emploi plus explicite pour l'affectation des cas aux scénarios types.

Cette remarque révèle un problème de compréhension de la méthode d'affectation des cas aux scénarios types, et notamment du principe selon lequel l'apparement d'un cas à un scénario type ne repose pas sur la réunion d'un ensemble de conditions nécessaires et suffisantes mais davantage sur une plus ou moins grande proximité entre le déroulement du cas et le scénario type. Bien que ces éléments soient décrits dans la référence (Brenac et *al.*, 2003), cette remarque suggère néanmoins qu'une description explicite, structurée, détaillée et assortie d'exemples, de la méthode d'affectation des cas d'accidents d'un échantillon local aux scénarios types de référence, pourrait être utile.

L'un des praticiens souligne par ailleurs que certains scénarios types manquent parmi les scénarios types de référence, ce qui nécessite la création de nouveaux scénarios types, notamment en ce qui concerne les accidents se produisant sur voies rapides urbaines (VRU).

Concernant les accidents se produisant sur ces voies, les résultats de l'affectation des cas d'accidents du boulevard circulaire de la Défense aux scénarios types de références et présentés dans le chapitre 14, ont montré que ces derniers pouvaient être adaptés pour ce type de voirie. Cette remarque montre cependant que des précisions relatives aux environnements et aux types de voies pour lesquels peuvent être utilisés les scénarios types de références, mériteraient d'être apportées.

Enfin, la dernière remarque des praticiens relative à l'utilisabilité de la méthode, concerne les ensembles de facteurs accidentogènes et les pistes de prévention décrits à la suite de chaque scénario type. Concernant les facteurs accidentogènes, les praticiens apprécient notamment leur description sous forme télégraphique et déclarent s'en servir « *comme une bibliothèque* » au sens où une fois le cas affecté, ils choisissent parmi les facteurs accidentogènes décrits, ceux correspondant à ce cas et au site sur lequel il s'est produit. En ce qui concerne les pistes d'action en matière de prévention, les praticiens soulignent la richesse des informations décrites dans la référence Brenac et *al.* (2003). Ils soulignent néanmoins qu'une organisation plus synthétique et sous la forme d'items de ces pistes d'actions serait plus opérationnelle.

Ces remarques tendent à montrer une relativement bonne utilisabilité concernant les facteurs accidentogènes et des pistes d'action en matière de prévention. Elles soulignent cependant que des améliorations pourraient être apportées, notamment en ce qui concerne la forme de présentation des perspectives de prévention associée aux scénarios types.

15.3.2 Remarques formulées par le praticien B sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique

La première remarque de ce praticien concerne la facilité de compréhension et d'accès des documents (Brenac et *al.*, 2003 et Clabaux, 2005).

Sa deuxième remarque est une remarque générale sur la méthode. Elle concerne le travail d'analyse des cas d'accidents de son terrain d'étude. Il déclare ne pas avoir su si la réalisation des fiches d'analyse était nécessaire, s'il était important ou non de noter quelques informations sur chaque cas où si l'affectation devait être réalisée directement à partir de la procédure d'accident établie par les forces de l'ordre. Il souligne la nécessité d'un mode d'emploi précis et explicite de la méthode.

Cette remarque rejoint celle évoquée plus haut par le premier groupe de praticiens et indique qu'une description plus détaillée, explicité assortis d'exemple de la méthode, sous la forme d'un guide méthodologique par exemple, pourrait être utile.

Une autre remarque est relative aux scénarios types eux mêmes. Le praticien évoque l'apport de l'existence de regroupements préétablis, ce qui évite, un travail de regroupement et de descriptions des groupes, lourds à mettre en œuvre. Il souligne cependant sa difficulté à affecter certains cas en raison de ses propres regroupements qu'il a en mémoire ou de scénarios types manquants⁹³ et se sent « obligé » d'affecter certains cas à certains scénarios types préétablis. Il évoque par exemple le cas d'accidents de perte de contrôle en carrefour giratoire, relativement fréquents sur l'un des deux terrains d'étude pour lesquels il a utilisé la méthode, qu'il s'est senti obligé d'affecter au scénario type 29 présenté dans la deuxième partie de ce mémoire et dont l'intitulé schématique est : « *Conducteur inexpérimenté en perte de contrôle en courbe, souvent liée à une approche rapide* ». Pour le praticien, les accidents de perte de contrôle se produisant dans des carrefours giratoires relèvent de problématiques différentes que les accidents de perte de contrôle en virage avec lesquels ils sont regroupés dans le scénario 29.

Ces remarques soulignent que pour un praticien expert, habitué à l'analyse de cas accidents, les scénarios types préétablis peuvent dans certains cas, entrer en contradiction avec ses propres familles d'accidents qu'il a en mémoire et provenant d'études précédentes. Il s'agit là cependant plus d'un inconfort dans l'utilisation que d'un véritable problème d'affectation puisque la comparaison des résultats de son affectation aux scénarios types avec ceux de l'expert M.A. montre une concordance dans 85 % des cas. Par ailleurs, ce praticien a utilisé la méthode pour deux terrains d'étude différents. Il déclare que pour le premier terrain d'étude, l'utilisation de la méthode lui a fait perdre du temps par rapport à sa démarche habituelle. En revanche, il déclare que pour le deuxième terrain d'étude, le travail s'est avéré nettement plus rapide, en raison notamment d'une mémorisation des scénarios types rendant plus rapide le travail d'affectation.

⁹³ Le praticien mentionne à ce sujet que les scénarios types d'accidents manquants concernent principalement des cyclistes ou des piétons chutant seuls, des deux-roues légers (tout type d'accident), ou encore des accidents se produisant en carrefour giratoire.

Concernant la question des scénarios types manquants, la remarque du praticien suggère que la prise en compte d'un plus grand nombre de cas d'accidents dans la constitution des scénarios types pourrait être étudiée⁹⁴.

Elle risquerait cependant de créer un nombre important de scénarios types supplémentaires plus minoritairement représentés mais pouvant cependant rendre plus difficile l'affectation des cas, du fait d'un plus grand nombre de scénarios types à mémoriser et à comparer. L'utilisation d'un outil informatique automatisant ce travail d'affectation pourrait dans ce cas être plus appropriée.

Enfin, en ce qui concerne l'impression de se sentir « obligé » d'affecter certains cas à certains scénarios types, cela suggère, comme nous l'avons vu au point précédent que, des indications méthodologiques mentionnant explicitement qu'il est « normal » qu'une partie non négligeable des cas ne puisse être affectée aux scénarios types, par insuffisance d'information ou du fait des particularités de certains cas, pourraient être utiles.

15.3.3 Remarques formulées par le praticien C sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique

Bien que non expert en sécurité routière, le praticien C souligne la clarté et l'accessibilité des documents décrivant les scénarios types de référence, y compris pour des utilisateurs non spécialistes en sécurité routière.

Concernant le travail d'affectation des cas, le praticien C évoque ne pas avoir rencontré de difficulté majeure. Il insiste par ailleurs sur l'opérationnalité des présentations synoptiques des scénarios types qui permettent selon lui de se remémorer rapidement les scénarios types et d'en avoir une vue d'ensemble sur quelques pages. En revanche, il insiste sur le temps important nécessaire à la réalisation de la fiche d'analyse d'accident pour chaque cas d'accident (de une à deux heures de travail selon les cas).

Cette remarque est liée en grande partie à l'option prise par le praticien de consigner ses analyses de cas sous la forme de fiches d'analyse de cas détaillées, postérieurement à l'affectation du cas à un scénario type (et en s'appuyant sur la présentation du scénario type). Une utilisation plus « basique » de la méthode n'implique pas la réalisation de telles fiches d'analyse de cas, puisque l'on peut se contenter de prendre quelques notes très sommaires sur chaque cas et de l'apparenter à un scénario type :

⁹⁴ Sur la question plus particulière de l'affectation de certains cas de perte de contrôle en giratoire au scénario type 29, le retour aux cas suggère cependant que la problématique (inexpérience, mauvaise évaluation d'une difficulté en aval, vitesse inadaptée et perte de contrôle) est bien la même et justifie cette affectation. La différence est davantage liée au contexte de l'action : la question de la modification de l'aménagement pour la prévention de ces accidents ne se pose pas exactement dans les mêmes termes pour un carrefour giratoire, où d'autres dimensions que la sécurité interviennent (écoulement du trafic par exemple), que pour un virage. Néanmoins, on retrouve des aspects communs dans les stratégies d'action du point de vue de la sécurité : amélioration de la visibilité en approche et sur les lieux, recherche de cohérence dans l'enchaînement de contraintes de trajectoire imposées aux usagers, *etc.*

« 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 travail » (Brenac et al., 2003 ; p.170).

La mise en œuvre de la méthode est alors beaucoup moins lourde que ce que mentionne le praticien. Néanmoins, Brenac et al. (2003) notent que si l'on veut faire émerger d'autres « régularités » propres au terrain d'étude et non prises en compte dans les scénarios types, en s'appuyant notamment sur l'expertise du praticien et la connaissance du terrain :

« 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 ». (Brenac et al., 2003 ; p.170)

Pour conclure sur ce point, il semble qu'une description plus explicite, détaillée et structurée de la méthode, précisant les options possibles en fonction des objectifs de l'étude, pourrait aider le praticien à mieux adapter le mode d'utilisation de la méthode à ses besoins.

La dernière remarque du praticien relative à l'utilisabilité de l'outil méthodologique, concerne la description détaillée des scénarios types. Il constate que les vitesses des impliqués n'apparaissent que très rarement dans les descriptions des scénarios, notamment en ce qui concerne les vitesses anormalement élevées, ce qui pourrait pourtant constituer un critère discriminant pour l'affectation de certains cas.

Cette remarque révèle cependant une particularité du terrain d'étude sur lequel a porté l'étude du praticien, ou après un retour aux données détaillées d'accidents, les accidents liés à des vitesses anormalement élevées apparaissent en effet dans l'échantillon du praticien à plusieurs reprises. Cette remarque semble cependant difficile à prendre en compte pour une amélioration de l'outil dans la mesure où les scénarios types d'accidents ont été décrits et documentés sur la base d'un échantillon de cas représentatif de l'ensemble des accidents urbains (sur l'ensemble du territoire national), dans lesquels les vitesses anormalement élevées restent peu représentées.

15.3.4 Remarques formulées par le praticien D sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique

La première remarque du praticien D rejoint l'une des remarques du praticien C concernant la réalisation d'une fiche d'analyse pour l'affectation des cas aux scénarios types. Bien qu'il trouve ce travail d'analyse très enrichissant pour la compréhension des phénomènes d'insécurité routière, il souligne cependant le temps important consacré à ce travail (une à deux heures de travail pour chaque cas).

A ce sujet, les commentaires que nous avons fait pour le praticien C s'appliquent également ici (voir point 15.3.3, troisième alinéa et suivants).

Là encore, cette remarque traduit une utilisation particulière de la méthode mais aussi la nécessité de l'expliquer et de la détailler davantage.

Une autre remarque concerne l'absence de scénarios types impliquant des deux-roues légers. Comme dans le cas du praticien B, cette remarque pourrait amener lors de recherches ultérieures à élaborer des corpus de scénarios types sur la base d'échantillon de cas plus importants, au risque néanmoins d'aboutir à un nombre important de scénarios types peu représentés mais rendant alors plus complexe le travail d'affectation.

Une autre remarque du praticien concerne l'utilisation de caractères gras et de caractères maigres dans la description des prototypes de déroulement qui permet de se concentrer dans un premier temps sur les éléments importants du scénario mais permet aussi, le cas échéant, d'affecter des cas plus éloignés du prototype, et dont les caractéristiques apparaissent en caractère maigre.

Globalement, le praticien, qui considère avoir peu d'expertise en sécurité routière, souligne cependant la facilité d'utilisation de la méthode pour comprendre les problèmes d'insécurité routière et pour définir des actions de prévention qu'ils n'auraient pu identifier sans l'aide de l'outil.

15.4 Conclusion sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle

Nous avons présenté dans ce chapitre une contribution à l'évaluation de l'utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle par des praticiens dans le cadre d'études courantes de sécurité. Nous avons dans un premier temps précisé ce sur quoi portait notre évaluation à savoir :

- d'une part, la facilité de l'utilisation de l'outil, dimension centrale de la notion d'utilisabilité ;
- d'autre part, l'efficacité de son utilisation dans le sens de la validité de l'affectation manuelle par les praticiens des cas d'accidents de leur échantillon local aux scénarios types de référence.

La méthode a ensuite été exposée pour l'évaluation de ces deux aspects.

La validité de l'affectation manuelle des cas aux scénarios types par les praticiens a été évaluée par comparaison aux résultats de l'affectation de ces mêmes cas par un expert du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS. Cette évaluation a été effectuée pour deux praticiens. Pour chacun d'entre eux, les résultats ont permis de tirer quelques enseignements, notamment en matière d'amélioration possible de l'outil dans le sens d'une meilleure utilisabilité.

La facilité d'utilisation de l'outil a quant à elle été évaluée au moyen d'entretiens libres ouverts avec des praticiens l'ayant utilisé dans le cadre d'études de sécurité.

Les principaux enseignements que nous pouvons tirer de ces investigations sont résumés ci-dessous.

L'efficacité dans l'utilisation de l'outil, au sens de la validité de l'affectation des cas aux scénarios types, semble sensible à divers paramètres, comme la conformité de la démarche suivie par le praticien relativement aux préconisations méthodologiques (en particulier concernant le recours à la description détaillée du scénario type) et le degré d'expertise de l'utilisateur en matière de sécurité routière. Il en résulte que, sans changer la configuration de l'outil, cette efficacité peut être médiocre (50 % d'agrément avec l'expert M.A. pris comme référence) à bonne (85 % d'agrément avec l'expert M.A.), pour les deux évaluations que nous avons menées. Cependant, ces évaluations montrent aussi qu'il est possible d'améliorer l'outil méthodologique, en particulier concernant les intitulés schématiques des scénarios types et leur présentation synoptique, qui semblent jouer un rôle important dans l'utilisation de l'outil. La formulation de ces intitulés et l'organisation de la présentation synoptique devraient être améliorées, dans le sens d'une plus grande explicitation et d'une meilleure ergonomie. Ces résultats suggèrent également que l'automatisation de l'affectation des cas aux scénarios types de référence, sous réserve de validation, pourrait permettre d'améliorer l'efficacité de l'outil en limitant l'influence du degré d'expertise de l'utilisateur.

Les entretiens avec les utilisateurs montrent que l'utilisabilité de l'outil méthodologique, au sens de la facilité d'utilisation, est dans l'ensemble considérée comme bonne par les praticiens interviewés, mais qu'elle pourrait être améliorée par différentes modifications concernant :

- la nécessité d'un "mode d'emploi" plus précis, détaillé et explicite que les indications méthodologiques du chapitre 8 du rapport INRETS n° 256 (Brenac et *al.*, 2003) dont ils disposaient,
- la formulation des intitulés schématiques,
- certaines descriptions détaillées de scénarios types,
- l'adjonction de formulations résumées des pistes d'action, pour compléter la présentation approfondie de ces pistes d'action (telles qu'elles sont exposées dans le rapport INRETS n° 256, et dans la deuxième partie du présent mémoire).

Une autre critique formulée par les utilisateurs porte sur l'incomplétude apparente du corps de scénarios types (ils pensent que certains cas de leur terrain d'étude relèvent d'autres scénarios types que les scénarios de référence). Elle paraît plus difficile à prendre directement en considération : il n'est pas surprenant que les scénarios types de référence ne puissent rendre compte de certains phénomènes spécifiques à un terrain d'étude, ou correspondant à un domaine spécifique d'expertise de l'utilisateur ; de même certains cas d'accidents particuliers ne peuvent être affectés à des scénarios types de référence. Ce point pourrait néanmoins être pris en compte dans le cadre de l'amélioration des supports méthodologiques demandée par ailleurs : le praticien doit être averti qu'une part non négligeable des cas ne peut être affectée aux scénarios types de référence, pour différents motifs (informations insuffisantes, particularité du cas, problématique spécifique du terrain étudié, notamment).

Chapitre 16 :

Conclusion de la troisième partie

Cette partie était consacrée au deuxième objectif de notre travail de recherche : l'évaluation de l'opérationnalité d'outils méthodologiques (corpus de scénarios types d'accidents, connaissances sur les possibilités de prévention, méthodes manuelles ou automatiques de reconnaissance de l'appartenance de cas d'un échantillon local aux scénarios types de référence) reposant sur la notion de scénario type d'accident.

Dans une partie introductive, nous avons rappelé les termes et objectifs de cette évaluation. En référence à la littérature de l'ergonomie, ce travail d'évaluation a porté sur deux aspects : d'une part l'utilité relative de tels outils méthodologiques c'est-à-dire leur utilité en comparaison avec des méthodes d'études opérationnelles plus traditionnelles ne les utilisant pas (chapitre 14) ; d'autre part, leur utilisabilité par des praticiens dans le cadre d'études courantes de sécurité réalisées dans un cadre opérationnel et sans l'appui de chercheurs en sécurité routière (chapitre 15).

Concernant la question de l'utilité relative de ces outils méthodologiques, celle-ci a été évaluée par une comparaison entre les conclusions issues d'une étude opérationnelle de diagnostic réalisée par un praticien expert et les conclusions issues de l'application des outils méthodologiques sur le même terrain d'étude et sur une période comparable. Deux terrains d'étude ayant récemment fait l'objet d'une étude diagnostique de sécurité, ont pour cela été retenus.

Les résultats de cette évaluation tendent à montrer que les outils méthodologiques évalués présentent une certaine utilité relative, par rapport à une démarche d'étude qui ne les utiliserait pas, pour un utilisateur non expert et à un moindre degré pour un utilisateur expert. Des améliorations possibles du système ont néanmoins été identifiées.

Concernant l'évaluation de l'utilisabilité, celle-ci a porté sur deux aspects, la facilité d'utilisation et l'efficacité de l'utilisation. Pour cela, la démarche mise en œuvre a consisté à interviewer plusieurs praticiens ayant utilisé ces outils dans le cadre d'études opérationnelles de sécurité et à étudier la validité de leur affectation manuelle des cas de leur échantillon local aux scénarios types de référence.

Les résultats montrent une relativement bonne facilité d'utilisation de ces outils dans le cadre d'études courantes de sécurité réalisées par des praticiens, bien que certaines améliorations soient nécessaires. Concernant la validité de l'affectation par les praticiens des cas de leur échantillon local aux scénarios types, les résultats montrent que celle-ci peut être bonne à médiocre selon le degré d'expertise de l'utilisateur et l'utilisation qui a été faite des cadres méthodologiques proposés. Là encore, ces résultats suggèrent que certaines améliorations sont nécessaires. Ils renforcent également l'intérêt pour un non expert d'un outil automatique permettant notamment l'identification des scénarios types d'accidents principaux se produisant sur son terrain d'étude et la détermination d'actions de prévention correspondantes.

Nous revenons plus en détail sur les résultats et les conclusions de cette partie dans la conclusion générale.

Conclusion générale

Dans ce travail de thèse, qui s'inscrit dans le cadre des recherches menées sur les déplacements en ville et notamment sur leur sécurité, nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux méthodes d'analyse permettant à des gestionnaires et à des aménageurs locaux d'intégrer la sécurité routière dans l'aménagement et l'action locale.

Dans une première partie, nous avons présenté le contexte scientifique dans lequel s'inscrit ce travail ainsi que la problématique et les objectifs de cette recherche. Partant du constat d'une probable persistance à long terme des déplacements automobiles dans la ville et des problèmes de sécurité routière que cela engendre, et donc de la nécessité de favoriser la prise en compte des préoccupations de sécurité routière dans la gestion locale des territoires, cette partie traite des méthodes d'analyse de l'insécurité routière en ville permettant ensuite la définition d'actions locales, d'aménagement notamment, intégrant un objectif de réduction des accidents. Ces développements ont ensuite permis d'identifier certains points nécessitant de nouvelles investigations et de préciser la problématique et les objectifs de cette recherche.

A l'issue de cette première partie, il nous a alors été possible d'identifier deux objectifs principaux :

- D'une part, l'élaboration d'un corps de scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons, et de connaissances associées concernant la prévention, complétant ainsi les travaux antérieurs (Brenac et *al.*, 2003) pour couvrir l'ensemble du champ des accidents urbains ; cet objectif est traité dans la deuxième partie du mémoire ;
- D'autre part, l'évaluation de l'utilité relative et de l'utilisabilité (« usability »), dans un contexte opérationnel, d'outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident ; cet objectif est traité dans la troisième partie du mémoire.

Dans la deuxième partie, a été présentée une investigation concernant les accidents corporels se produisant en milieu urbain et n'impliquant pas de piétons. La démarche adoptée repose principalement sur des analyses qualitatives de cas d'accidents. Après avoir rappelé quelques éléments relatifs aux méthodes et aux données utilisées, les scénarios types d'accidents obtenus à partir de l'analyse approfondie de 507 cas, ont été dans un premier temps présentés de façon générale. Leur portée sur un échantillon indépendant d'accidents a également été examinée. Chaque scénario type a ensuite été présenté de façon détaillée accompagné d'un ensemble de perspectives de prévention en référence à la littérature internationale en sécurité routière.

La troisième partie a été consacrée à l'évaluation de l'opérationnalité d'outils méthodologiques s'appuyant en partie sur ces connaissances et plus généralement sur la notion de scénario type. Ces outils méthodologiques doivent notamment permettre à un praticien d'affecter manuellement ou automatiquement les cas d'accidents de son terrain d'étude à des scénarios types de référence et de tirer aussi parti des connaissances sur les possibilités de prévention correspondant à ces scénarios types.

L'évaluation a porté sur deux aspects :

- L'utilité relative de ces outils méthodologiques, c'est-à-dire leur utilité en comparaison avec des méthodes d'études opérationnelles plus traditionnelles ne les utilisant pas.
- Leur utilisabilité par des praticiens dans le cadre d'études courantes de sécurité réalisées dans un contexte opérationnel et sans l'appui de chercheurs en sécurité routière.

L'évaluation de l'utilité relative de ces outils a consisté à comparer les conclusions issues d'une étude opérationnelle de diagnostic réalisée par un praticien expert et les conclusions issues de l'application des outils méthodologiques sur le même terrain d'étude et sur une période comparable. Deux terrains d'étude ayant récemment fait l'objet d'une étude diagnostique de sécurité, ont pour cela été retenus.

L'évaluation de l'utilisabilité de ces outils a consisté quant à elle, à apprécier auprès de praticiens les ayant utilisés, d'une part, la facilité de leur utilisation (au moyen d'entretiens avec ces utilisateurs) et d'autre part, l'efficacité de leur utilisation au sens de la validité de l'affectation effectuée par les praticiens des cas de leur échantillon local aux scénarios types de référence.

Ces différents travaux nous ont conduits à un certain nombre de résultats dont les principaux sont résumés ci-dessous.

Principaux résultats obtenus

Principaux résultats obtenus concernant les scénarios types d'accidents urbains et les perspectives de prévention

Les résultats obtenus à l'issue de la deuxième partie se présentent sous la forme suivante :

- Une série de quarante scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons rendant compte d'environ 81 % des cas d'accidents corporels sans piétons impliqués se produisant chaque année en France en milieu urbain.
- Une estimation pour chacun d'entre eux de l'enjeu qu'ils représentent dans la population totale des accidents urbains sans piétons impliqués.
- Un ensemble de connaissances sur les possibilités de prévention associé à chaque scénario type d'accident et cela en référence à la littérature scientifique internationale en sécurité routière (les connaissances sur la prévention associées aux scénarios types 25 à 40 n'ont cependant pas été consignées dans ce mémoire et seront rapportées par ailleurs dans une publication INRETS).

Ces résultats, pris dans leur ensemble, complètent ceux de Brenac et *al.* (2003) portant sur les scénarios d'accidents impliquant des piétons, et permettent désormais de disposer d'une connaissance d'ensemble sur les catégories d'accidents de la circulation se produisant en ville et sur les moyens susceptibles de les prévenir. Ce corpus complet de scénarios types d'accidents urbains permet d'envisager son utilisation dans le cadre de recherches ultérieures mais aussi dans le cadre d'études opérationnelles de sécurité réalisées par des ingénieurs locaux sur des terrains d'étude délimités.

Principaux résultats obtenus concernant l'opérationnalité des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident

Concernant l'utilité relative des outils méthodologiques en comparaison à des démarches de diagnostic ne les utilisant pas, l'évaluation a porté plus particulièrement sur un outil méthodologique a priori entièrement automatisable, actuellement en cours de développement avec l'Université Paris V et permettant :

- 1) l'identification du scénario type de rattachement pour chacun des cas d'accident du terrain d'étude à partir du corps de scénarios types de référence ;
- 2) la présentation hiérarchisée des différents scénarios types rencontrés, avec l'enjeu associé (en nombre de cas concernés sur le terrain d'étude) ;
- 3) la présentation des pistes d'action de prévention correspondant aux principaux scénarios types rencontrés ;
- 4) la représentation cartographique des cas correspondant à chacun de ces principaux scénarios types.

Compte tenu du stade de développement de cet outil, l'évaluation a été effectuée sous la forme d'une simulation, au sens où l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types a été effectuée par une personne du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS, cette affectation manuelle étant supposée donner une représentation de ce que pourraient être les résultats d'une affectation automatique par un système fiable.

La démarche a consisté à comparer les conclusions issues de la mise en œuvre de l'outil et celles obtenues par un praticien expert sur le même terrain d'étude.

Les principaux résultats de cette évaluation, réalisée sur deux terrains d'étude, sont les suivants :

- Pour un utilisateur non expert en sécurité routière, concernant aussi bien la description des phénomènes d'insécurité que l'identification des pistes d'actions, les comparaisons réalisées suggèrent que les productions de l'outil peuvent être considérées comme un apport, au sens où, pour un non expert, l'application de l'outil permettrait de retrouver une bonne partie des conclusions obtenues par un praticien expert.
- Pour un utilisateur expert en sécurité routière, concernant les phénomènes d'insécurité, les deux exemples étudiés suggèrent que l'outil méthodologique peut apporter des informations supplémentaires, ce qui n'enlève rien à la contribution de l'expertise du praticien lui-même. Concernant les pistes d'action, si les résultats obtenus suggèrent également que le système apporte des informations supplémentaires à un utilisateur expert, cette conclusion doit être tempérée dans la mesure où les propositions de pistes d'actions présentées par les praticiens experts sont sans doute limitées par ailleurs par un cadre de référence implicite, fonction

notamment des conditions de l'étude, du contexte environnemental, des attentes des commanditaires, et d'autres préoccupations que celles liées à la sécurité.

– Concernant l'apport de l'outil en matière de représentation cartographique, bien que certaines réserves soient faites concernant la comparabilité des représentations produites par l'outil et par le praticien, puisqu'elles nécessitent dans les deux cas une interprétation experte, la comparaison suggère que l'utilisation de la notion de scénario type dans la représentation cartographique présente un avantage important (du fait du contenu informatif des scénarios types), propre à accroître la portée heuristique de la cartographie des accidents.

Pris dans leur ensemble, ces résultats tendent à montrer que l'outil méthodologique évalué présente une certaine utilité relative par rapport à une démarche d'étude qui ne l'utiliserait pas, pour un utilisateur non expert et à un moindre degré pour un utilisateur expert.

En ce qui concerne l'utilisabilité des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident, l'évaluation a porté davantage sur l'utilisabilité d'un outil dans une version manuelle au sens où cette fois l'affectation des cas de l'échantillon local est effectuée manuellement par le praticien lui-même.

Les principaux enseignements de cette évaluation sont repris ci-dessous.

L'efficacité dans l'utilisation de l'outil, au sens de la validité de l'affectation des cas aux scénarios types, semble sensible à divers paramètres, comme la conformité de la démarche suivie par le praticien – chargé d'une étude de sécurité – relativement aux préconisations méthodologiques (en particulier concernant le recours à la description détaillée du scénario type) et le degré d'expertise de l'utilisateur en matière de sécurité routière. Il en résulte que, sans changer la configuration de l'outil, cette efficacité peut être médiocre (50 % d'agrément avec un expert du département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS pris comme référence) à bonne (85 % d'agrément avec ce même expert), pour les deux évaluations que nous avons menées. Cependant, ces évaluations montrent aussi qu'il est possible d'améliorer l'outil méthodologique, en particulier concernant les intitulés schématiques des scénarios types et leur présentation synoptique, qui semblent jouer un rôle important dans l'utilisation de l'outil.

Les entretiens avec les utilisateurs montrent que l'utilisabilité de l'outil méthodologique, au sens de la facilité d'utilisation, est dans l'ensemble considérée comme bonne par les praticiens interviewés, mais qu'elle pourrait être améliorée par différentes modifications sur lesquelles nous revenons au point suivant.

Principales limites de ces travaux et perspectives de développements ultérieurs

Premièrement, malgré l'importance de l'échantillon ayant servi à l'élaboration des scénarios types d'accidents, la diversité des phénomènes d'accidents en milieu urbain liée aux nombreuses interactions entre différents modes de transports qui doivent cohabiter sur un même espace public, fait qu'un nombre non négligeable de ces scénarios ne sont décrits qu'à partir d'un nombre relativement limité de cas, ce qui contribue à limiter leur robustesse. Il pourrait donc être utile d'entreprendre des recherches complémentaires permettant de consolider ces scénarios types sur la base d'un plus grand nombre de cas. D'autre part, la mise

au point d'un outil informatique à base de raisonnement à partir de cas par l'Université Paris V en collaboration avec le département Mécanismes d'Accidents de l'INRETS, qui permettra l'identification de nouveaux cas relevant des différents scénarios types, devrait donc également faciliter la consolidation de ces scénarios types.

Concernant les perspectives de prévention associées aux scénarios types, les limites des résultats obtenus sont en partie celles de la littérature scientifique internationale de ce domaine : les évaluations des effets des mesures d'aménagement et des actions visant la sécurité restent trop peu nombreuses, et une partie de ces évaluations reste difficile d'accès (dans la mesure où elles restent sous forme de « littérature grise » non publiée). Une veille scientifique et un élargissement de ces investigations, en particulier du côté de la « littérature grise » semblent constituer un prolongement nécessaire de ces travaux.

Concernant l'évaluation de l'utilité relative des outils méthodologiques étudiés, les travaux que nous avons exposés présentent certaines limites. En particulier cette évaluation s'est appuyée sur une démarche plutôt qualitative et relativement peu formelle, faisant largement appel à l'interprétation. D'autre part, l'affectation des cas aux scénarios types (par le système) a été simulée et non réellement automatique, et les conclusions tirées de cette évaluation ne seront pleinement acquises que lorsque la fiabilité de l'affectation automatique des cas par le système aura été vérifiée. Enfin, il est clair que cette évaluation devrait être consolidée par d'autres analyses portant sur d'autres terrains.

Par ailleurs, la mise en oeuvre de l'outil sur ces deux terrains d'étude suggère que ses fonctionnalités pourraient être améliorées ou complétées notamment dans les domaines évoqués ci-dessous.

- Génération, pour chaque scénario type, d'hypothèses permettant d'orienter les observations à conduire sur le terrain. Par ailleurs, l'application sur divers terrains d'étude de l'outil informatique une fois validé, et l'examen critique par les praticiens des pistes d'actions proposées par le système, devraient permettre d'identifier progressivement un ensemble d'hypothèses pouvant ensuite être réutilisées sur de nouveaux terrains d'étude.
- Pondération des pistes d'action proposées par le système en fonction des nombres de cas concernés.
- Amélioration de la représentation cartographique des scénarios types visant notamment l'intégration de davantage de contenu informatif dans les représentations spatiales.

Concernant les aspects spatiaux, en particulier, les moyens mis en oeuvre par l'outil (comme ceux utilisés par les praticiens), restent assez rudimentaires puisqu'il ne s'agit que d'une cartographie des accidents par scénario type sur un fond de carte courant. Des fonctionnalités beaucoup plus étendues pourraient certainement être obtenues en utilisant les potentialités des systèmes d'information géographique (SIG), mais cela supposerait préalablement de progresser dans le travail de conceptualisation et de modélisation concernant les déterminants spatiaux des phénomènes d'insécurité routière.

Concernant l'utilisabilité des outils méthodologiques étudiés, bien que la facilité d'utilisation de ces outils puisse être considérée comme relativement bonne sur la base des entretiens avec les utilisateurs, l'évaluation de leur utilisabilité a néanmoins permis de mettre

en évidence que certaines améliorations pourraient permettre d'accroître à la fois la facilité et l'efficacité de leur utilisation. Ces modifications pourraient porter notamment sur les points suivants :

- La mise au point d'un « mode d'emploi » plus précis, détaillé et explicite que les indications méthodologiques disponibles.
- L'amélioration de la formulation des intitulés schématiques et de la présentation synoptique des scénarios types, dans le sens d'une plus grande explicitation et d'une meilleure ergonomie.
- L'adjonction de formulations résumées des pistes d'actions complétant la présentation approfondie des perspectives de prévention.

Enfin, notons que l'évaluation de l'utilisabilité n'a porté que sur une version manuelle d'un outil méthodologique s'appuyant sur des scénarios types de référence : le développement et la validation d'un outil automatique permettra vraisemblablement de surmonter plusieurs des problèmes d'utilisabilité mis en évidence dans cette évaluation (d'autres évaluations restant par ailleurs nécessaires concernant l'utilisabilité de l'outil automatique lui-même).

En conclusion, malgré les limites de ces travaux, qui viennent d'être mentionnées, et même s'il reste nécessaire de poursuivre les investigations dans ce domaine, cette recherche apporte néanmoins une contribution originale à la fois du point de vue de la formalisation des connaissances sur les phénomènes d'accidents urbains et sur les moyens pour leur prévention, et du point de vue de l'évaluation de l'opérationnalité et des perspectives d'amélioration des outils méthodologiques d'aide au diagnostic de sécurité routière.

D'un point de vue théorique, ces travaux valident d'une certaine façon l'hypothèse de base selon laquelle les phénomènes d'accidents peuvent être modélisés sous forme de « pathologies routières » ou de « pathologies de l'espace urbain ». Une telle modélisation peut alors être pertinente du point de vue de l'intégration de préoccupations de sécurité routière dans l'action sur l'espace urbain.

Références bibliographiques

- Aamodt, A., Plaza, E., (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *Artificial Intelligence Communications*, (7)(1), pp.39-52.
- Agence d'Urbanisme de la Région Nantaise (A.U.R.A.N), (2003). Etude déplacements 2002. (<http://www.auran.org> ; accès le 31 janvier 2006).
- Agent, K.R., (1981). An evaluation of permissive left-turn phasing. *I.T.E Journal* (51)(12), pp.16-20.
- Agent, K.R., Deen, R.C., (1979). Warrants for left-turn signal phasing. *Transportation Research Record*, (737), pp.1-9.
- Allain, E., (2002). Méthodes d'analyse discriminante et reconnaissance de scénarios types d'accidents de la circulation. Thèse de doctorat en statistique. Université Aix-Marseille III. 338 p.
- Allsop, R.E., Robertson, S.A., (1994). Road casualties in London in relation to public transport policy. *Journal of Transport Economics and Policy*, (28), pp.61-82.
- Allsop, R.E., Turner, E.D., (1986). Road casualties and public transport fares in London. *Accident Analysis and Prevention*,(18), pp.147-156.
- Andersen, K.B., (1974). Tre-sporede vejes uheldsrisiko. RfT-rapport 17. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning (RfT), København.
- Andersen, K.B., (1977). Uheldsmønsteret på almindelige 4-sporede veje. RfT-rapport 20. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning (RfT), København.
- Andreassen, D., (1995). A long-term study of red light cameras and accidents. Research report ARR-261. Vermont South, Victoria: Australian road research board. 36p.
- Angella, C., Fiorentino, M. C., (1987). Carrefours sur routes interurbaines à faible trafic : sécurité et aménagements. Ecole Nationale des Travaux Publics et de l'Etat.
- Aultman-Hall, L., Hall, F. L., (1998). Ottawa-Carleton commuter cyclist on-road off-road incident rates. *Accident Analysis and Prevention*, (30)(1), pp.29-43.
- Aultman-Hall, L., Kaltenecker, M-G., (1999). Toronto bicycle commuter safety rates. *Accident Analysis and Prevention*, (31), pp.675-686.
- Baker, J.S., Ross, H.L., (1961). Concepts and classification of traffic accident causes (Part 1). *International Road Safety and Traffic Review*, (9)(31), pp.11-18.
- Bittermann, D., Krugmann, U., Azarian, G., (2001). EPR accident scenarios and provisions. *Nuclear engineering and design*, (207) (1), pp.49-57.

- Bjornskau, T., Elvik, R., (1992). Can road traffic law enforcement permanently reduce the number of accidents ? *Accident Analysis and Prevention*, (24)(5), pp.507-520.
- Blakstad, F., (1990). Ulykkesfrekvenser på hovedveger I byområder. Rapport STF63 A90005. SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blakstad, F., Giaever, T., (1989). Ulykkesfrekvenser på vegstreknings I tett og middles tett bebyggelse. Rapport STF63 A89005 SINTEF Samferdselsteknikk, Trondheim.
- Blanchet, G., Brenac, T., Fleury, D., (1998). Scénarios types d'accidents liés à une interaction entre véhicules hors agglomération. Rapport de convention INRETS / DRAST n°95MT0051/1, 47p.
- Boisen, E., Bygholm, A., Cavan, D., Hejlesen, O. K. (2003). Copability, coping, and learning as focal concepts in the evaluation of computerised diabetes disease management. *International Journal of Medical Informatics* (70), pp.353-363.
- Boot, T.J.P.M., Wassenberg, P.W., Van Zwam, H.H.P., (1982). Changes in the road accident pattern as a result of a strike at the municipal public transport undertaking in The Hague. Proceedings of seminar on short-term and Area-Wide Evaluation of Road Safety Measures, Amsterdam, pp.117-124.
- Bouceddour, S., Yerpez, J., (2005). Insécurité routière du transport et des livraisons de marchandises en ville, Rapport de recherche INRETS n°260, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 119p.
- 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. 79p.
- Brenac, T., (2000). Méthodes de diagnostic de sécurité routière. Note non publiée, INRETS, 7p.
- Brenac, T., (2004). Insécurité routière : un point de vue critique sur les stratégies de prévention. *Espaces et Sociétés*, n°118, spécial sécurité routière : Les savoirs et l'action, octobre 2004, pp. 113-132.
- Brenac, T., Clabaux, N., (2005). The indirect involvement of buses in traffic accident processes. *Safety Science*, (43), pp.835-843.
- Brenac, T., Clabaux, N., Perrin, C., Van Elslande., P. (2006). Motorcyclist conspicuity-related accidents: a speed problem ? *Advances in Transportation Studies* (8), pp.23-29.
- Brenac, T., Delcamp, J., Pelat, S., 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. 79p.
- Brenac, T., Fleury, D., (1999). Le concept de scénario type d'accident de la circulation et ses applications. *Recherche Transports Sécurité*, (63), pp.63-76.
- Brenac, T., Megherbi, B., (1996). Diagnostic de sécurité routière sur une ville : intérêt de l'analyse fine de procédures d'accidents tirées aléatoirement. *Recherche Transport Sécurité*, (52), pp.59-71.
- Brenac, T., Millot, M., (2002). Incidences des choix de planification urbaine sur l'insécurité routière. Revue critique de quelques résultats. In : D. Fleury (éd.), Gestion urbaine, sécurité routière et environnement, actes des séminaires du projet SEGUR 2001-2002. Actes INRETS n°86, Arcueil, pp.41-52.
- Brenac, T., Nachtergaële, C., Reigner, H., (2003). Scénarios types d'accidents impliquant des piétons et éléments pour leur prévention, Rapport de recherche INRETS n°256, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 207p.

- Burns, C.M., Vicente, K.J., Christoffersen, K., Pawlak, W.S. (1997). Towards viable, useful and usable human factors design guidance. *Applied Ergonomics* (28)(5/6), pp.311-322.
- Cameron, I.C., Harris, N.J., Kehoe, N.J.S., (2001). Tram-related injury in Sheffield. *Injury, Int. J. Care Injured*, (32), pp.275-277.
- 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, Arcueil, 85p.
- Ceausu, V., (2003). Elaboration d'une ressource terminologique à partir de PV d'accidents. Mémoire de DEA en Mathématiques et Informatique pour les Sciences Humaines (MIASH) de l'Université René Descartes, 63p.
- Ceausu, V., Clabaux, N., (2006). Conception d'un système d'aide au diagnostic de sécurité : éléments de méthode et premiers résultats. In : M. Guilbot (éd.), *L'accident de la route : comprendre pour mieux agir, actes des séminaires du séminaire scientifique du département Mécanismes d'Accidents*. Actes INRETS n°101, 200p.
- Ceausu, V., Desprès, S., (2005). Utilisation de ressources sémantiques pour l'élaboration et la remémoration des cas» 13ème Atelier de Raisonnement à Partir de Cas, Nice, 2005.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (1992). Guide zone 30, méthodologie et recommandations. Lyon : CERTU, 64p.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (1994). Ville plus sûre, quartiers sans accidents, réalisations-évaluations. Lyon : CERTU, 253p.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (1995a). Zones 30. Des quartiers à vivre. Lyon : CERTU, 6p.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (1995b). Petits aménagements de sécurité, milieu urbain. Série de 6 fiches. Lyon : CERTU.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (1995c). Les transports collectifs de surface en site propre, études de cas en France et à l'étranger. Lyon : CERTU, 120p
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (1997). Les Mini-giratoires. Textes et recommandations. Guide. Lyon : CERTU, 19p.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (2000). Guide des coussins et plateaux. Lyon : CERTU, 33p.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (2004). Guide sur le marquage de la chaussée en agglomération, Lyon : CERTU, 84p
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (2005a). Remontées de files et accidents corporels des deux-roues motorisés dans les Hauts de Seine. Lyon : CERTU, 106p.
- Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)., (2005b). Recommandations pour les itinéraires cyclables. Lyon : CERTU, 99p.
- Centre d'Etudes Techniques de l'Équipement (CETE) de Lyon, (1989). Le diagnostic léger de sécurité, 120p.

- Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) Méditerranée (1995). Etude de sécurité, RD 48 et RD 48a. Rapport provisoire.
- Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) Normandie-Centre, SERES, CETUR., (1979). Les franchissements de feux rouges en agglomération, étude de sécurité. Rapport d'étude. 63 p.
- Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) Normandie-Centre, SERES, CETUR., (1981). Les franchissements de feux rouges en agglomération, étude de sécurité. Rapport d'étude. 57 p.
- Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) Normandie-Centre., (1981). Sécurité routière nocturne selon le type de fonctionnement des feux de signalisation. Rapport d'étude.
- Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE) Normandie-Centre., (1988). Signalisation de priorité adjointe aux feux. Rapport d'étude.
- Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), (1983). Sécurité des piétons lors de leur traversée. Les dossiers du CETUR, 21. Bagneux : CETUR, 112p.
- Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), (1989a). Réduire la vitesse en agglomération. Bagneux : CETUR. 112p.
- Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), (1989b). Réduire la vitesse en agglomération. Bagneux : CETUR, 90p.
- Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), (1990). Ville plus sûre, quartiers sans accidents, savoir-faire et techniques. Bagneux : CETUR. 320 p.
- Charlton, S.G., (2003). Restricting intersection visibility to reduce approach speeds. *Accident Analysis and Prevention*, (35), pp.817-823.
- Chen, G., J. Wilson, W., Meckle, 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), pp.46-53.
- Chen, G., Wilson, J., Meckle, W., Cooper, P., (2000). Evaluation of a photo radar program in British Columbia. *Accident Analysis and Prevention*, (32), pp.517-526.
- Chin, H. C., (1989). Effect of automatic red-light cameras on red-running. *Traffic engineering and control*, (30)(4), pp.175-179.
- Chin, H. C., 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), pp.253-259.
- Christoffel, K.K., Schofer, J.L., Barthel, M., Donovan, M., Jenk, L., Klinger, C., Lavigne, J.V., Le Bailly, S., McGuire, P., Malmstrom, K., Tanz, R.R., White, B., Wills, K., (1996). Evaluation of a systematic approach for identifying injury scenarios. *Injury prevention*, (2), pp.221-227.
- Clabaux, N., (2003). Les accidents de deux-roues motorisés en ville : scénarios types et perspectives pour l'aménagement urbain. Rapport INRETS/RE-03-911-FR, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 162p.
- Clabaux, N., (2005). Scénarios types d'accidents de la circulation urbaine n'impliquant pas de piétons. Rapport INRETS/RE-06-919-FR : Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 133p.
- Clabaux, N., (2006). Prototypical accident scenarios involving powered two-wheelers in urban areas in France and prospects for countermeasures. *Advances in Transportation Studies* (article accepté le 28 février 2006, à paraître).

- Clabaux, N., Brenac, T., (2005a). Deux-roues motorisés en ville: scénarios types d'accidents, influence de l'aménagement et perspectives pour la prévention. *Transport Environnement Circulation*, (185), pp.16-21.
- Clabaux, N., Brenac, T., (2005b). Road accidents in outskirts and centre : what differences ? Proceedings of the 12th international conference "Living and walking in cities – the outskirts, 9-10 juin 2005, Brescia – Bergamo, Italie (à paraître).
- Conseil Général des Hauts de Seine, (2004). RD 9, Boulevard Galliéni, diagnostic de sécurité. Cour des comptes, (2005). Les transports publics urbains. Rapport au président de la république suivi des réponses des administrations et des organismes intéressés. Paris, 261p.
- Crystal, A., Greenberg, J., (2005). Usability of a metadata creation application for resource authors. *Library and Information Science Research*, (27), pp.177-189.
- Dalloz, (2005). Code de la route commenté - édition 2005, Dalloz, 1341p.
- 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 de Paris IX-Dauphine, 173p.
- Delvosalle, C., Fiévez, C., Pipart, A., Casal Fabrega, J., Planas, E., Christou, M., Mushtaq, F., (2005)., Identification of reference accident scenarios in SEVESO establishments. *Reliability Engineering and System Safety*, (90)(2-3), pp.238-246.
- Després, S., (1998). Recueil et analyse de scénarios génériques d'accidents, constitution et modélisation de scénarios consensus. Actes de la conférence "Ingénierie et Connaissances 98", pp.231-241.
- Després, S., (2002). Contribution à la conception de méthodes et d'outils pour la gestion des connaissances. Habilitation à Diriger des Recherches en Informatique, Université René Descartes, Décembre 2002, p.
- Després, S., Ceausu, V., (2004). Raisonement à partir de cas pour contribuer à améliorer l'aménagement du réseau urbain en prenant en compte la sécurité» 12^{ème} Atelier de Raisonement à Partir de Cas, 25-26 mars 2004, Villetaneuse.
- Després, S., Rakotosaona, H., (1998). Utilisation de connaissances de l'accidentologie pour reconnaître des scénarios d'accidents. Colloque SFC.
- Di Marzo, M., Almenas, K., Gopalnarayanan, S., (1995). Core to surge-line energy transport in a severe accident scenario. *Nuclear engineering and design*, (154)(2), pp. 119-132.
- Direction Départementale des Pyrénées Orientales, (1996a). Plan local de modération de la vitesse, commune d'Argelès sur Mer, étude de sécurité. Rapport.
- Direction Départementale des Pyrénées Orientales, (1996b). Plan local de modération de la vitesse, commune de Saint Laurent de la Salanque, étude de sécurité. Rapport.
- Direction Régionale de l'Équipement de Franche-Comté, (1997). Etude sur l'accidentologie de l'autoroute A36 en Franche-Comté. Rapport provisoire.
- Dominique, J., (1990). La sécurité des deux roues et l'aménagement des infrastructures en rase campagne, Rapport ENSAIS-SETRA, 116p.
- Donne, G. L. (1990). Research into motorcycle conspicuity and its implementation. SAE Technical paper 900749, International Congress and Exposition SAE.
- Dupuy, G., (1999). La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements. Economica, Collection Villes, Paris, 162p.
- Dupuy, G., (2002). 'Cities and Automobile Dependence' revisité : Les contrariétés de la densité. *Revue d'économie régionale et urbaine*, 2002(1), pp.141-156.

- Dye, D., (2004) Powered two-wheelers in bus lanes: progress on experiments. Report on progress – version04, Transport for London - Surface Transport, 21p. http://www.tfl.gov.uk/streets/downloads/pdf/LRSR/Research_Reports/Ptw-bus-lane-project-2004-results.pdf, accès le 5 novembre 2005).
- Elvik, R., (1997) Effects on accident of automatic speed enforcement in Norway. *Transportation Research. Record.* 1595, pp.14-19.
- Elvik, R., (2001). Area wide urban traffic calming schemes : a meta analysis of safety effects. *Accident Analysis and Prevention*, (33) (3), pp.327-336.
- Elvik, R., Vaa, T., (2004). The handbook of road safety measures. Elsevier Science, Amsterdam. 1078p.
- Engel, U., (1986). Risk figures for road users in different urban street categories. Actes du 5ème congrès international de l'ATEC, l'insécurité routière, vol 3, Paris.
- Engel, U., Thomsen, L.K., (1992). Safety effects of speed reducing measures in Danish residential areas. *Accident Analysis and Prevention*, (24)(1), pp.17-28.
- Faure, A., de Neuville, A., (1992). Safety in urban areas : the french program “Safer city, accident-free districts”. *Accident Analysis and Prevention*, 24(1), pp.39-44.
- Ferrandez, F., (éd.) (1995). L'étude détaillée d'accidents orientée vers la sécurité primaire, méthodologie de recueil et de pré-analyse. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 244p.
- Ferrandez, F., Fleury, D., Malaterre, G., (1979). Dossier guide sur une procédure d'analyse des zones d'accumulation d'accidents en agglomération. Cahier d'études ONSER, n°48, 50p.
- Ferrandez, F., Fleury, D., Lepesant, C., (1982). Etude de sécurité sur un axe dangereux en zone urbaine. Cahier d'études ONSER, n°55, 28p.
- Flavian, C., Guinaliu, M., Gurrea, R., (2006). The role played by perceived usability, satisfaction and consumer trust on website loyalty. *Information and Management*, (43), pp.1-14.
- Fleury, D., (1998). Sécurité et urbanisme. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 299 p.
- Fleury, D., (éd.). (2002). Gestion urbaine, sécurité routière et environnement, actes des séminaires du projet SEGUR, 2001-2002. Actes INRETS n°86, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, 221p.
- Fleury, D., Brenac, T., (2001). Accident prototypical scenarios, a tool for road safety research and diagnostic studies, *Accident Analysis and Prevention*, 33 (2) , pp.267-276.
- Fleury, D., Fline, C., Peytavin J.F., (1991). Diagnostic local de sécurité, outils et méthodes. Rapport INRETS / SETRA, 61p.
- Fleury, D., Fline, C., Peytavin J.F., (1987). Les accidents de poids-lourds: analyse des dossier de l'EDA (Etude Détaillée d'Accidents). *Recherche Transports Sécurité*, (14), pp.31-39.
- Fleury, D., Dubois, D., Fline, C., Peytavin, J. F., (1991). Catégorisation mentale et sécurité des réseaux. Rapport INRETS n°146, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, 150p.
- Fleury, D., Fline, C., Peytavin, J-F., Ceccaldi, D., (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, 150p.
- Flink, J., (1990). The automobile Age. Cambridge, M.I.T Press, 456p.

- Flonneau, M., (2003). L'automobile à la conquête de Paris. Chroniques illustrées. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 288 p.
- Foldvary, L. A. (1967). A method of analyzing collision accidents: tested on Victorian road accidents which occurred in 1961 and 1962, Part 2. *Australian Road Research* (3), pp.41-55.
- Forbes, G., Eng, M., Eng, P., P.T.O.E., (2003). Synthesis of Safety for Traffic Operations. Final Report. Road Safety and Motor Vehicle Registration Directorate, Burlington, (Canada), Mars 2003.
- Forsström, A., (1982). Commuting accidents. A study of commuting accidents and casualties in some Swedish regions during 1971. Department of Geography, University of Gothenburg.
- Fouchier, V., (1997). Les densités urbaines et le développement durable. Le cas de l'Île de France et des villes nouvelles. Paris : Edition du Secrétariat général du groupe central des villes nouvelles, 212p.
- Frith, W. J., Derby, N. M., (1987). Intersection control by stop and give way signs, the conclusions of Polus. *Accident Analysis and Prevention*, 19 (3), pp.237-241.
- Garmer, K., Ylven, J., Karlsson, M.I.C. (2004) User participation in requirements elicitation comparing focus group interviews and usability tests for eliciting usability requirements for medical equipment: a case study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (33), pp.85-98.
- 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.
- Goldenbeld, C., Van Shagen, I., (2005). The effects of speed enforcement with mobile radar on speed and accident – an evaluation study on rural roads in the Dutch province Friesland. *Accident Analysis and Prevention*, (article in press).
- 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).
- Groupement des Autorités Responsables de Transport., (2000). Bonnes pratiques pour des villes à vivre : à pied, à vélo... Paris : GART, 125p.
- Hagen, K.E., Ingebrigsten (1993). Samfunnsøkonomiske kostnader og innsparings-potensiale ved fall-og trafikkulykker i Akershus. TOI-rapport 199. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Hall, R.D., (1986). Accident at four arm single-carriageway urban traffic signals. Contractor Report 65. Crowthorne: Transport and road research laboratory. 107p.
- Han, S.H., Yun, M.H., Kim, K.J., Kwahk, J., (2000). Evaluation of product usability: development and validation of usability dimensions and design elements based on empirical models. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (26), pp.477-488.
- Han, S.H., Yun, M.H., Kwahk, J., Hong, S.W., (2001). Usability of consumer electronic products. *International Journal of Industrial Ergonomics*, (28), pp.143-151.
- Hartson, H.R., (1998). Human-computer interaction: interdisciplinary roots and trends. *The Journal of Systems and Software* (43), pp.103-108.
- Harwood, D.W., (1986). Multilane design alternatives for improving suburban highways. National Cooperative Highway Research Program Report 282. National Research Council, Transportation Research Board, Washington DC.

- Hayashi, Y., Suparat, R., Mackett, R., Doi, K., Tomita, Y., Nakazawa, N., Kato, H., Anurak, K., (1999). La liaison entre l'urbanisation, la motorisation et l'environnement. Une étude comparative internationale de Londres, Tokyo, Nagoya et Bangkok (première et deuxième partie). *Les Cahiers Scientifiques du Transport* (34), pp.75-100 et (35), pp.3-27.
- Hedelin, A., Björnstig, U., Brismar, B., (1996). Trams – a risk factor for pedestrians. *Accidents Analysis and Prevention*, (28)(6), pp.733-738.
- Hedelin, A., Bunketorp, O., Björnstig, U., (2002). Public transport in metropolitan areas – a danger for unprotected road users. *Safety Science*, (40), pp.467-477.
- Hernandez, F., Reigner, H., Lucas, J., Ruscher, C., (2005). La prise en charge locale de la sécurité routière en quête d'acteurs et d'outils. Quelle place pour la sécurité routière dans les PDU-SRU ? Rapport de convention INRETS / DRAST pour le PREDIT, Groupe Opérationnel 3 « Nouvelles connaissances pour la sécurité ». Rapport RE-05-920-FR, Arcueil, 90p.
- Herrstedt, L., (1992). Traffic calming design – a speed management method, Danish experiences on environmentally adapted through roads. *Accident Analysis and Prevention*, (24)(1), pp.3-16.
- Herrstedt, L., Kjemtrup, K., Borges, P., Andersen, P.S., (1993). An improved traffic environment, a catalogue of ideas. Report 106. Herlev : Danish Road Directorate, 172p.
- Herslund, M-B., Jørgensen, N.O., (2003). Looked-but-failed-to-see-errors in traffic. *Accident Analysis and Prevention*, (35), pp.885-891.
- Hillier, W., Ronczka, J., Schnerring, F., (1993). *An evaluation of red light cameras in Sydney*. Rosebery, New South Wales: Roads and traffic authority. 39 p.
- Hoc, J.M., (1993) Conditions méthodologiques d'une recherche fondamentale en psychologie ergonomique et validité des résultats. *Le travail humain*, (56)(2-3), pp.171-184.
- Höök, K. (1998). Evaluating the utility and usability of an adaptive hypermedia system. *Knowledge-Based Systems*, (10), pp.311-319.
- Huguenin-Richard, F. (2000). Approche géographique des accidents de la circulation: propositions de modes opératoires de diagnostic, application au territoire de la métropole lilloise. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, 322p.
- Hurt, H.H., Ouellet, J.V., Thom, D.R. (1981a). Motorcycle accident cause factors and identification of countermeasures. Report DOT-HS-5-01160, vol.1, Washington, D.C., NHTSA, 425p.
- Hurt, H.H., Ouellet, J.V., Thom, D.R. (1981b). Motorcycle accident cause factors and identification of countermeasures. Report DOT-HS-5-01160, vol.2, Washington, D.C., NHTSA, 404p.
- Hutchinson, T.P., (1984). Medical statistics on road accident injury in several countries. In Yagar, S. (Ed.), *Transport Risk Assessment*. University of Waterloo Press, Waterloo, Ontario, pp.43-76.
- Hvoslef, H., (1973). Trafikksikkerheten i forbindelse med buss og trikk. Notat. Oslo Veivesen, Oslo.
- Hvoslef, H., (1974). Trafikksikkerhet i Oslo. Problemstilling, analyse og løsninger. Oslo Veivesen, Oslo.
- Hydén, C., Várhelyi, A., (2000). The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban areas: a case study. *Accident Analysis and Prevention*, 32 (2), pp.11-23.

- Johnson-Laird, P.N., (1989). Mental models. M.I. Posner (eds), *Foundations of Cognitive Science*. Cambridge University Press. Cambridge, MA: Bradford , MIT Press.
- Jordan, P., (1998). *An introduction of Usability*. Taylor and Francis, London.
- Jørgensen, N. O., (Guest editor) (1992). *Accident analysis and prevention* (special issue on traffic calming in Europe), (24)(1), pp.1-105.
- Jouineau, J. P., (1985). Les effets des mesures locales de sécurité routière en France. Colloque "Evaluation 85", Paris, Mai 1985.
- Kamyab, A., Andrie, S., Kroeger, D., (2002). Methods to reduce traffic speed in high pedestrian areas. Final report. Center for Transportation Research and Education (CTRE). 115p.
- Kihlberg, J.K., Tharp, K.J., (1968). Accident rates as related to design elements of rural highways. National Cooperative Highway Research Program Report 47. Highway Research Board, Washington DC.
- Kinergos Conseil., (2001). Réaménagement du boulevard circulaire de la défense, études préliminaires. Avis de sécurité de Kinergos Conseil pour l'EPAD de la Défense. Février 2001.
- Kockelke, W., (1991) Geschwindigkeitsmessungen an Rechts-vor-Links geregelten Knoten in Tempo 30-Zonen. *Straßenverkehrstechnik*, 35(4), pp.169-172.
- Krenk, F., (1985). Metoder og resultater i den koordinerede uheldsstatistik 197-82. Rapport 27. Vejdatalaboratoriet, Herlev.
- Kulmala, R., (1994). Measuring the safety effect of road measures at junctions. *Accident Analysis and Prevention*, 26 (6), pp. 781-794.
- Kushniruk, A.W., Patel, V.L., (2004). Cognitive and usability engineering methods for the evaluation of clinical information systems. *Journal of Biomedical Informatics*, (37), pp.56-76.
- Lamontagne, L., (2001). Raisonement à base de cas textuel pour la réponse automatique au courrier électronique, Rapport Interne, Université de Montréal, 2001.
- Laumon, B., 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), pp.277-285.
- Lawson, S.D., (1986). Descriptions and predictions of accidents on urban radial routes. *Traffic Engineering and Control*, (27)(6), pp.310-319.
- Laya, O., (1987). L'activité visuelle sous l'étude des activités de conduite. In Saad, F., l'analyse des comportements et le système de circulation routière. Actes INRETS n°9, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 93p.
- Lechner, D. (1986). La reconstitution cinématique des accidents. Rapport INRETS n° 21, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 158p.
- Le Galès, P., (1995). Du gouvernement des villes à la gouvernance urbaine. *Revue Française de Sciences Politiques*. (45)(1), pp.57-95.
- Levine, D.W., Golob, T.F. Recker, W.W., (1988). Accident migration associated with lane-addition projects on urban freeways. *Traffic Engineering and Control*, (29), pp.624-629.
- Lompré, N., (2006). Méthodes pour analyser le travail des utilisateurs. (http://www.univ-pau.fr/~lompre/documents/Lompre_Web_Methodes.pdf, accès le 31 mars 2006).
- Lum, K. M., Wong, Y.D., (2002). A study of stopping propensity at matured red light camera T-intersections. *Journal of safety research*, (33), pp.355-369.

- Lum, K. M., Wong, Y.D., (2003). A before-and-after study of driver stopping propensity at red-light camera intersections. *Accident analysis and prevention*, (35), pp.111-120.
- Luneau, D., (2003). Nantes, l'avenir d'une ville. Editions de l'Aube. 200p.
- Malaterre, G., (1990). Error analysis and in depth accident studies. *Ergonomics*, (33) (10/11), pp.1403-1421.
- Massot, M.H., Armoogum, J., Bonnel, P., Caubel, D., (2006). Potential for car use reduction through a simulation approach: Paris and Lyon case studies. *Transport Reviews*. (26)(1), pp. 25-42.
- Megherbi, B., (1994). L'insécurité d'une ville moyenne. Approche par l'analyse fine des accidents et leur agrégation en scénarios-types. Mémoire de DEA en Transport de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées et de l'Université Paris XII, 54p.
- 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 en transport, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. 300p.
- Mercier, A., (1993). Les accidents de la circulation au droit des chantiers routiers. Rapport, INRETS, SPRIR, 80 p.
- Mercier, A., (1994). Les accidents de la circulation au droit des chantiers routiers. *Revue Générale des Routes et Aéroports*, (715), pp.25-29.
- Millot, M., (2000) Etude des liens entre insécurité routière, voirie et environnement urbain, approche qualitative et modélisation sur une ville. Rapport INRETS / RE-00-901-FR, 226p.
- 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. 416p.
- Millot, M., Brenac, T., (2001). Analyse qualitative et modélisation de l'influence des caractéristiques des voiries urbaines et de leur environnement sur les phénomènes d'accidents, une première approche. *Bulletin des laboratoires des Ponts et Chaussées*, (232), pp.5-18.
- Mizzaro, S., (1998). Relevance, the whole history. *Journal of the American Society for Information Science*. Special issue Historical studies in information Science, pp.221-243.
- Montel, M.-C., Nachtergaële, C., Michel, J.-E., Brenac, T., Van Elslande, P., (2004). Voies urbaines : représentations et attentes des conducteurs de jour de nuit et en soirée. Rapport de recherche INRETS n°259, Arcueil, 170p.
- Moukhwas, D., (1987). Road junction convex mirrors. *Applied Ergonomics*. (18)(2), pp.133-136.
- Mountain, L.J., Hirst, W.M., Maher, M.J., (2005). Are speed enforcement cameras more effective than other speed management measures? The impact of speed management schemes on 30mph roads. *Accident Analysis and Prevention*, (37)(4), pp.742-754.
- Muskaug, R., (1981). Riksvegnettets ulykkesrisiko. En analyse av risikoen for personkadeulykker på det norske riks-og europavegnett utenfor Oslo avhengig av vegbredde, fartsgrense og trafikkmengde. TØI-notat 579. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Muskaug, R., (1985). Risiko på norske riksveger. En analyse av risikoen for trafikkulykker med personskaade på riks-og europaveger utenfor Oslo. Avhengig av vegbredde, fartsgrense, trafikkmengde og avkjørselstettet. TØI-rapport. Transportøkonomisk institutt, Oslo.

- Naess, P., (1996). Urban form and energy use for transport. A Nordic experience. Oslo, N.T.H.
- Nagayama, Y., Morita, T., Miura, T., Watanabe, J., Murakami, N., (1980). Speed judgement of oncoming motorcycles. In proceedings of the International Motorcycle Safety Conference. Linthicum, MD: Motorcycle Safety Foundation, pp.955-971.
- Newman, P., Kenworthy, J., (1991). Cities and Automobile Dependence, an international sourcebook. Brookfield, Gower Technical, 388p.
- Newman, P., Kenworthy, J., Vintila, P., (1995). Can we overcome automobile dependence ? Physical planning in an age of urban cynicism. *Cities* (12) (1), pp.53-65.
- Newstead, S.V., Cameron, M.H., Leggett, M.W., (2001). The crash reduction effectiveness of a network-wide traffic police deployment system. *Accident Analysis and Prevention*, (33)(3), pp.396-406.
- Ng, C. H., Wong, Y.D., Lum K.M., (1997). The impact of red-light surveillance cameras on road safety in Singapore. *Road and transport research*, (6)(2), pp.72-81.
- Nielsen, J., (1993). Usability Engineering. Academic Press, New-York.
- Nielsen, J., (1994a). Usability Engineering. Morgan Kaufmann, San Francisco, 1994.
- Nielsen, J., (1994b). Estimating the number of subjects needed for a thinking aloud test. *International Journal of Human-Computer Studies*, (41)(3), pp.385-397.
- Nielsen, J., (2000). Why You Only Need to Test With 5 Users. (<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html> ; accès le 31 janvier 2006).
- Nielsen, J., (2003). Usability 101, (<http://www.informationweek.com/773/web/htm>, accès le 28 février 2006).
- Nielsen, J., Landauer, T.K., (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. Proceeding of INTERCHI 93, pp.206-213, New York.
- Nordtyp-projektgruppen. (1980). Trafikulykker på vejstrækninger. En sammenstilling af ulykkesfrekvenser for nordiske typesektioner. Utarbejdet for vegmyndighetene i Danmark, Norge og Sverige. Vejdirektoratet, København.
- Norman, D.A., Draper, S.W., (1986). User-centered systems design. Hillsdale, New-Jersey: Laurence Erlbaum Associates.
- Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière (ONISR), (2000). Concerto, logiciel de traitement des données d'accidents, guide utilisateur.
- Observatoire national interministériel de sécurité routière (ONISR), (2005). La sécurité routière en France, bilan de l'année 2004. La documentation Française, Paris, 270p.
- Observatoire national interministériel de sécurité routière (ONISR), (2005). Les motocyclettes et la sécurité routière en France en 2003. La documentation Française, Paris, 98p.
- O.C.D.E., (1979). Sécurité de la circulation en zones résidentielles. Paris: O.C.D.E., 123 p.
- O.C.D.E., (1984). Programmes intégrés de sécurité routière. Paris : O.C.D.E., 103p.
- O.C.D.E., (1988). Accidents de la route, enquêtes sur le site. Paris, O.C.D.E., 113p.
- O.C.D.E., (1999) Stratégies de sécurité routière en rase campagne. Paris : O.C.D.E., 158p.
- Olson, P. L. (1989). Motorcycle conspicuity revisited. *Human Factors*, (31)(2), pp.141-146.
- Orfeuil, J.P. (2000). L'évolution de la mobilité quotidienne : comprendre les dynamiques, éclairer les controverses. Synthèse INRETS n° 37. Arcueil : INRETS. 145 p.
- Persaud, B., Hauer, E., Retting, R., Vallurupalli, R., Mucsi, K., (1997). Crash reductions related to traffic signal removal in Philadelphia. *Accident Analysis and Prevention*, 29 (6), pp.803-810.

- Polus, A., (1985). Driver Behaviour and accident records at unsignalized urban intersections. *Accident Analysis and Prevention*, (17)(1), pp.25-32.
- Poulain, G., (2000), *Projet et innovation: méthode hybrid pour les projets innovants*. Collection technique et scientifique des télécommunications, Hermes Science, Paris.
- 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.
- R.A.C, (1995). *Car Dependence*, R.A.C Foundation for Motoring and the Environment, London.
- Retting, R.A., Kyrychenko, S. Y. (2002). Reductions in injury crashes associated with red light camera enforcement in Oxnard, California. *American journal of public health*, (92)(11), pp.1822-1825.
- Retting, R.A., Chapline, J. F., Williams, A. F., (2002). Changes in crash risk following re-timing of traffic signal change intervals. *Accident analysis and prevention*, (34), pp.215-220.
- Retting, R.A., Ferguson, S.A., Hakkert, A.S., (2003). Effects of red light cameras on violations and crashes: a review of the international literature. *Traffic injury prevention*, (4)(1), pp.17-23.
- Retting, R. A., Williams, A. F., Farmer, C. M., Feldman, A. F., (1999). Evaluation of red light camera enforcement in Oxnard, California. *Accident analysis and prevention*, (31), pp.169-174.
- Retting, R.A., Williams, A.F., Preusser, D.F., Weinstein, H.B., (1995). Classifying urban crashes for countermeasure development. *Accident Analysis & Prevention*, (27)(3), pp.283-294.
- Richter M., 1998. Introduction, dans *CBR Technology : From Foundations to Applications*, chapitre 1, Springer, Berlin, pp. 1-15.
- Rogness, R.O., Fambro, D.B., Turner, D.S., (1982). Before-after analysis for two shoulder upgrading alternatives. *Transportation Research Record* (855), pp. 23-25.
- Rosenbaum, M. J., (1983)., A review of research related to the safety of Stop versus Yield sign traffic control. *Public Roads*, 47 (3), pp. 77-83.
- Rudin-Brown, C.M., Kumagai, J.K., Angel, H.A., Iwasa-Madge, K.M., Ian Noy, Y., (2003). Usability issues concerning child restraint system harness design. *Accident Analysis and Prevention*, (35), pp.341-348.
- 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, pp. 15-22.
- Saad, F., (1987). Analyse et modèle de la tâche de conduite. Compte rendu de la journée spécialisée du 9 décembre 1989 : « L'analyse des comportements et le système de circulation routière ». Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, pp.3-13.
- Salminen, S., Tallberg, T., (1996). Human errors in fatal and serious occupational accidents in Finland. *Ergonomics*, (39)(7), pp.980-988.
- Schmier, J.K., Kane, D.W., Halpern, M.T., (2005). Practical applications of usability theory to electronic data collection for clinical trials. *Contemporary Clinical Trials*, (26), pp.376-385.

- Schnüll, R., Haller, W., Von Lübke, H., (1992). Sicherheitsanliegen bei der umgestaltung von knotenpunkten in Städten. Forschungsbericht 253. Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt), Bergisch Gladbach.
- Schofer, J.L., Christoffel, K.K., Donovan, M., Lavigne, J.V., Tanz, R.R., Wills, K.E., (1995). Child pedestrian injury taxonomy based on visibility and action. *Accident Analysis & Prevention*. (27)(3), pp.317-333.
- Scholtz, J. (2006). Metrics for evaluating human information interaction systems. *Interacting with Computers* (sous presse).
- Service D'études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), (1986). Le diagnostic local de sécurité. Eléments méthodologiques. 55p.
- Service D'études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), (1992). Etudes préalables à des interventions sur l'infrastructure. Série Etudes de sécurité, guide méthodologique, 53p.
- Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA), Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), (1992). Sécurité des routes et des rues. La Documentation Française, Bagneux, 436p.
- Snyder, M.B., 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 (NHTSA).
- 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. 35p.
- Stamatiadis, N., Agent, K., Bizakis, A., (1997). Guidelines for left-turn phasing treatment. *Transportation Research Record*. (1605), pp.1-7. Transportation Research Board, National Academics of Science, Washington, DC.
- Stanton, N., Young, M., (1998). Is utility in the mind of the beholder ? A study of ergonomics methods. *Applied Ergonomics*, (29)(1), pp.41-54.
- Stein, C.S. (1957). *Towards new towns for America*. New York : Reinhold.
- Taylor, J.R., (1994). *Risk analysis for process plant, pipelines and transport*. E&FN Spon, 449p.
- Thompson, S. J., Steel J.D., Gallear, D., (1989). Putting red-light violators in the picture. *Traffic engineering and control*, (30)(3), pp.122-125.
- Thorson, O., Mouritsen, I., (1971). Den koordinerede uheldsstatistik 1962-1966. En analyse af 38.000 uheld på de danske hovedlandeveje. RfT-rapport 6. Rådet for Trafiksikkerhedsforskning (RfT), København.
- Tijus, C., Poitrenaud, S., Bouchon-Meunier, B., De Vulpillières, T., (2006). Le cartable électronique : sémantique de l'utilisabilité et aide aux apprentissages. *Psychologie française*, sous presse.
- Tira, M., Brenac, T., (1999). Scenari d'incidente stradale e cartographia per la gestione urbana. *Trasporti Europei*, V, 12, pp.7-18.
- Tira, M., Brenac, T., Michel, J.E., (1999). Insécurité routière et aménagement de la ville, étude et cartographie de scénarios d'accidents. *Transport, environnement, circulation*, (155), pp.22-30.
- Tira, M., Ventura, V., (1998). Elderly people accident mapping in urban environment and possible solutions to improve safety: the case of a middle sized Italian Town. In Yerpez, J. (Ed.), *la Ville des vieux*. La tour d'Aigues : Editions de l'Aube, pp.326-335.

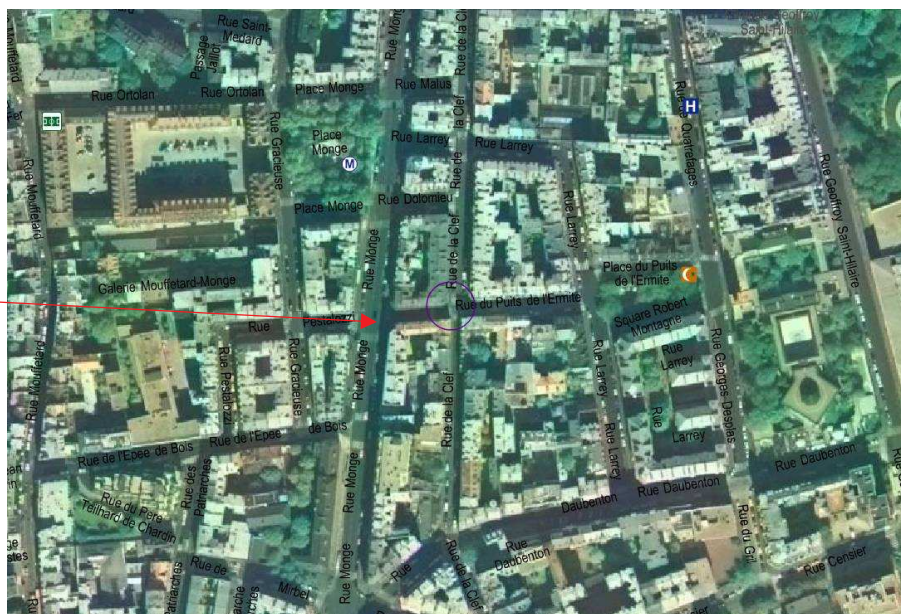
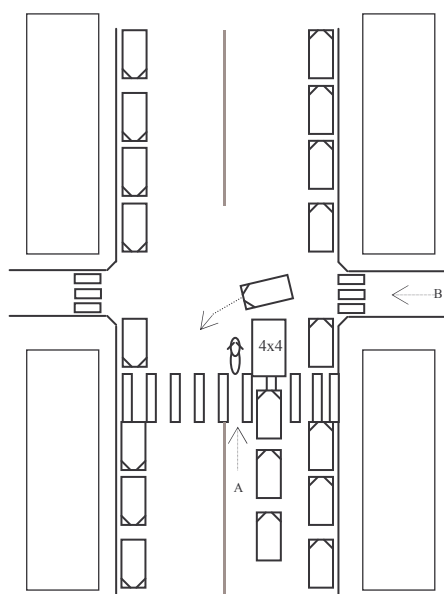
- Tira, M., Ventura, V., (2000). Pedestrian safety measures in Italy. Cosenza: Editoriale Bios, 86p.
- Treat, J.R., Tumbas, N.S., Mc Donald, S.T., Shinar, D., Hume, R.D., Mayer, R.E., Stansifer, R.L., Castellan, N.J., (1979). Tri-level study of the causes of traffic accidents: final report. Institute for Research in Public Safety, Indiana University, Bloomington.
- Upchurch, J., (1991). Comparison of left-turn accidents rates for different types of left-turn phasing. *Transportation research record*, (1324), pp.33-40.
- Vaa, T., (1997). Increased police enforcement – effect on speed. *Accident Analysis and Prevention*, (29) (3), pp.373-385.
- Van Elslande, P., (2000). L’erreur humaine dans les scénarios d’accident : cause ou conséquence ? *Recherche Transports Sécurité* (66), pp.7-30.
- Van Elslande, P., (2003). Scénarios d’accidents impliquant des deux-roues à moteur : une question d’interaction. In : Bastien, J.M.C. (Ed.), Actes des deuxièmes journées d’étude en psychologie ergonomique, EPIQUE 2003. Rocquencourt (France), pp.71-83.
- Van Elslande, P., Alberton, L., (1997). Scénarios types de production de l’erreur humaine dans l’accident de la route. Problématique et analyse qualitative, Rapport INRETS n°218, Arcueil, 180p.
- Van Elslande, P., Fouquet, K., (2005). L’erreur urbaine. Défaillances, facteurs, et contextes de production des accidents d’agglomération. Rapport de recherche INRETS n°266, Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité, Arcueil, 116p.
- Vejdirektoratet, (1980). Farlige og sikre veje. Den koordinerede uheldsstatistik 1976-78. Rapport 26. Vejdatalaboratoriet, Økonomisk-statistisk afdeling, København.
- Virzi, R.A., (1992). Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough ? *Human Factors*, (34)(4), pp.457-468.
- Vurpillot, E., (1969). Activité oculo-motrice et activités cognitives. *Bulletin de psychologie*, (22), pp. 660-668.
- Ward, N.J., Wilde, G.J.S., (1995). Field observation of advance warning/advisory signage for passive railway crossings with restricted lateral sightline visibility: an experimental investigation. *Accident Analysis and Prevention*, (27)(2), pp.185-197.
- Ward, N.J., Wilde, G.J.S., (1996). Driver approach behaviour at an unprotected railway crossing before and after enhancement of lateral sight distances: an experimental investigation of a risk perception and behavioural compensation hypothesis. *Safety Science*, (22)(1/3), pp.63-75.
- Washington, S.P., Gibby, A.R., Ferrara, T.C., (1998) Evaluation of high-speed isolated signalized intersections in California. Research Report.
- Weiner, E., (1993). Transportation implications of telecommuting. Department of Transport, U.S. Government Printing Office.
- Williams, M.J., Hoffman, E.R., (1977). The influence of motorcycle visibility on traffic accidents. Melbourne, Australia : University of Melbourne Department of Mechanical Engineering.
- Williams, W. L., (1977). Driver behaviour during the yellow interval. *Transportation research record*, (644), pp.75-78.
- Wills, K.E., Tanz, R.R., Christoffel, K.K, Schofer, J.L., Lavigne, J.V., Donovan, M., Kalangis, K. (1997). Supervision in childhood injury cases: a reliable taxonomy. *Accident Analysis and Prevention*, (29)(1), pp.133-137.

- Wolters, J. (1986). Pedestrian safety and planning in Amsterdam. Comptes-rendus du 5ème congrès international de l’ATEC, “L’insécurité routière”, Vol. 3, Paris, 9-13 juin 1986.
- Wu, T., Zimolong, A., Radermacher, K., (2004). The usability of CAS systems: an Internet-based survey. *International Congress Series*, (1268), pp.819-823.
- Yerpez, J., (1996). Piétons âgés en ville, typologie d’accidents de la circulation routière, le cas de deux villes moyennes françaises. Actes du troisième colloque national sur la sécurité routière du Maroc, Pour des routes et des rues plus sûres, Casablanca, pp.168-180.
- Yerpez, J., Bouceddour, S., (2004). L’élu local et la sécurité routière, journal de vie. Rapport de convention INRETS / DRAST – RE-04-916-FR. Rapport réalisé dans le cadre du programme PREDIT 2002-2006, GO3 « Nouvelles connaissances pour la sécurité », Paris, 245p.
- Yerpez, J., 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, 115p.
- Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H., Lagerwey, P., (2001). Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations, analysis of pedestrian crashes in 30 cities. *Transportation research record*, (1773), pp.56-64.

Annexes

Annexe 1 :	
Exemple de fiche d'analyse d'un cas d'accident.....	339
Annexe 2 :	
Présentation de la démarche adoptée pour le calcul des enjeux associés aux scénarios types.....	345
Annexe 3 :	
Représentation cartographique des accidents se produisant en carrefour sur le boulevard circulaire de la Défense entre 1995 et 1999.....	347
Annexe 4 :	
Représentations cartographiques des sites d'occurrence des accidents des scénarios types 8, 17, 25 et 37, survenus sur la RD 909 à Clichy et Levallois-Perret.....	349

Annexe 1 : Exemple de fiche d'analyse d'un cas d'accident



(Source : <http://www.mappy.fr>)

Luminosité : Jour	Type de voie(s): Artère urbaine	
DEROULEMENT DE L'ACCIDENT		
Impliqué (A,B,...)	A (Scooter Peugeot 125cm³)	B (Renault Clio)
Conditions générales et Situation de conduite	A effectue un trajet professionnel (A est coursier) et circule rue Monge où il franchit quatre carrefours à feux successifs, les feux tricolores étant tous au vert pour son sens de circulation. A poursuit sa progression sur la rue Monge et approche d'une intersection en croix avec la rue du Puits de l'Ermité située sur sa droite. Cette intersection est réglementée par une priorité à droite. Une file de véhicules est arrêtée en aval à hauteur de cette intersection. Ne comprenant pas les raisons de cet arrêt, A engage le dépassement de la file par le centre de la chaussée.	Circule rue Puits de l'Ermité à l'approche d'une intersection en Croix avec la rue Monge. B souhaite traverser la rue Monge et emprunter la rue Pestalozzi (cf. photo aérienne). L'intersection avec la rue Monge est réglementée par une priorité à droite. B s'arrête à hauteur de l'intersection. B étant prioritaire, un véhicule de type « 4x4 » venant de sa gauche s'arrête pour le laisser passer. B prend de l'information sur sa droite et s'apprête à engager sa manœuvre de traversée de la rue Monge.
Situation d'accident	Tout en regardant sur sa droite, le conducteur de B démarre et engage la traversée de la rue Monge, tandis que A, qu'il ne percevra qu'au moment du choc, poursuit la remontée de la file de véhicules et survient sur sa gauche. La perception de B par le conducteur du deux-roues (A) est très tardive du fait du masque à la visibilité constitué par les véhicules arrêtés (d'autant plus que le premier véhicule de la file est de type « 4x4 »).	
Situation d'urgence	Surpris, le conducteur n'a pas le temps d'effectuer une manœuvre d'urgence.	Non perception du deux-roues jusqu'au choc et donc aucune manœuvre d'urgence effectuée.
Situation de choc	A percute frontalement l'aile avant gauche de B puis chute sur la chaussée.	

Conséquences corporelles (blessés, tués...) : Motocycliste légèrement blessé à la jambe droite (plaie importante au genou droit ; multiples excoriations cutanées, hématome cuisse droite notamment). Transporté à l'hôpital pour soins, il n'y sera pas admis.

Facteurs accidentogènes :		
<i>Infrastructure :</i>	<i>Humains :</i>	<i>Véhicules :</i>
- Infrastructure urbaine (2x1 voie) large (11 mètres) et sans aménagement central (de type refuge piéton par exemple) permettant des manœuvres relativement rapides de remontée de files de véhicules arrêtés par les deux-roues motorisés ;	- Conditions de travail des coursiers favorisant l'adoption d'un style de conduite rapide et « fluide » ; - Expérience limitée pour le motocycliste (A) (huit mois de permis de conduire) ne lui ayant pas permis de prévoir le possible franchissement de la file de véhicules par un véhicule en provenance d'une autre rue ;	- Visibilité mutuelle entre les deux protagonistes masquée par un véhicule relativement haut et massif de type « 4x4 » arrêté en tête de file.

Informations descriptives sur le cas

(Source : fichier BAAC, 2000 ; informations extraites par Corel Paradox 8)

Caractéristiques générales

Numéro Retrix : 2000-2699 Jour : vendredi Date : - / - / 2000 Heure : 17h00
Commune : Paris-5eme_arrondissement Département : 75 Taille commune : plus de 1500000
Taille unité urbaine : unité urbaine de Paris Lieu : R Monge R Puits de l'Erm Intersection : intersection de type X
Météo : normale Nombre de véhicule : 2

Véhicule A

Catégorie véhicule A : scooter immatriculé Année : 97 Immatriculation : 75 Type véhicule : peugeot

Usager A

Sexe : homme Âge : 23 Département : 75 Année permis : 00

Type de trajet : professionnel CSP : cadre moyen, employé

Infrastructure A

Numéro route : 1 Type de voie : voie communale Nombre de voies : 2
Sens circulation : route bidirectionnelle Profil en long : plat Tracé en plan : rectiligne
Chaussée : normale

Véhicule B

Catégorie véhicule B : V1 seul Année : 98 Immatriculation : 75 Type véhicule : clio

Usager B

Sexe : homme Âge : 31 Département : 75 Année permis : non rens.

Type de trajet : professionnel CSP : cadre moyen, employé

Infrastructure B

Numéro route : 2 Type de la voie : voie communale Nombre de voies : 1
Sens circulation : sens unique Profil en long : plat Tracé en plan : rectiligne
Chaussée : normale

Photographies des lieux et des conditions d'approche pour chaque impliqué (*clichés de l'auteur*)



1. Vue de l'approche du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A).
Rue Monge



2. Vue de l'approche du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A) (suite).
Rue Monge



3. Vue de l'approche du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A) (suite).
Rue Monge



4. Vue de l'approche du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A) (suite).
Rue Monge



5. Vue de l'approche du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A) (suite).
Rue Monge



6. Vue de l'approche du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A) (suite).
Rue Monge



7. Vue de l'approche finale du lieu de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A). Rue Monge



8. Vue de l'intersection de l'accident pour le conducteur du deux-roues motorisé (A). Rue Monge



1. Vue de l'approche des lieux de l'accident pour le conducteur de la Renault Clio (B). Rue du Puits de l'Ermitte



2. Vue de l'approche des lieux de l'accident pour le conducteur de la Renault Clio (suite). Rue du Puits de l'Ermitte



3. Vue de l'approche des lieux de l'accident pour le conducteur de la Renault Clio (suite). Rue du Puits de l'Ermitte



Vue de l'intersection de l'accident (prise de vue dans le sens opposé au sens de circulation de la Renault Clio (B).

Annexe 2 : Présentation de la démarche adoptée pour le calcul des enjeux associés aux scénarios types

La démarche adoptée pour estimer les enjeux associés aux différents scénarios types obtenus (*cf.* tableau 4 présenté au chapitre 5) reprend celle utilisée par Brenac et *al.* (2003). Le lecteur souhaitant davantage de détails sur cette démarche pourra se reporter à cette référence (*cf.* rapport INRETS n°256, pp.181-182) sur laquelle nous nous appuyons en grande partie dans les éléments qui suivent.

Comme nous l'avons vu au chapitre 5, le calcul de l'enjeu associé à la série de scénarios types sur la seule base de l'échantillon initial nous aurait conduit à des estimations affectées par un biais d'optimisme. La réunion de l'échantillon initial et de l'échantillon ayant servi à évaluer la portée générale des scénarios types (échantillon total) nous aurait également conduit à des estimations affectées par ce même biais d'optimisme. L'utilisation du seul échantillon ayant servi à évaluer la portée des scénarios ($n=100$) aurait pu nous permettre d'obtenir des enjeux non biaisés. Mais, du fait des effectifs de cas plus limités, ces enjeux auraient été moins précis par rapport à l'utilisation de l'échantillon total.

Nous avons donc choisi d'estimer ces enjeux à partir de l'échantillon total, tout en appliquant dans le calcul, un coefficient de redressement du biais d'optimisme.

L'analyse d'un échantillon indépendant de 100 cas a permis d'évaluer de façon non biaisée la portée de l'ensemble des scénarios types. Cet enjeu peut être estimé, de façon non biaisée à 81,25 %. Le même enjeu estimé à partir de l'échantillon total conduirait à l'estimer à 81,9 % ; Mais il s'agit là d'une estimation biaisée. Le biais de surévaluation de cet enjeu, lié à l'utilisation de l'échantillon total, peut être estimé à $[(406/496) / (65/80)] = 1,0074$. Le coefficient de redressement de ce biais est alors $1,0074^{-1} = 0,9926$.

Concernant l'enjeu associé à chacun des quarante scénarios types obtenus, si on fait l'hypothèse que le biais d'optimisme ne touche pas plus certains scénarios types, on peut alors déterminer l'enjeu non biaisé associé à chaque scénario en multipliant l'enjeu obtenu à partir de l'échantillon total par ce même coefficient de redressement.

« 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 » (Brenac et *al.*, 2003, p.181).

Concernant l'intervalle de confiance à 90 % de ces estimations, il peut être obtenu en multipliant par le coefficient de redressement défini ci-dessus, les bornes de l'intervalle de confiance à 90 % (loi binomiale) déterminé à partir de l'effectif brut de chaque scénario type et du nombre de cas analysables dans l'échantillon total.

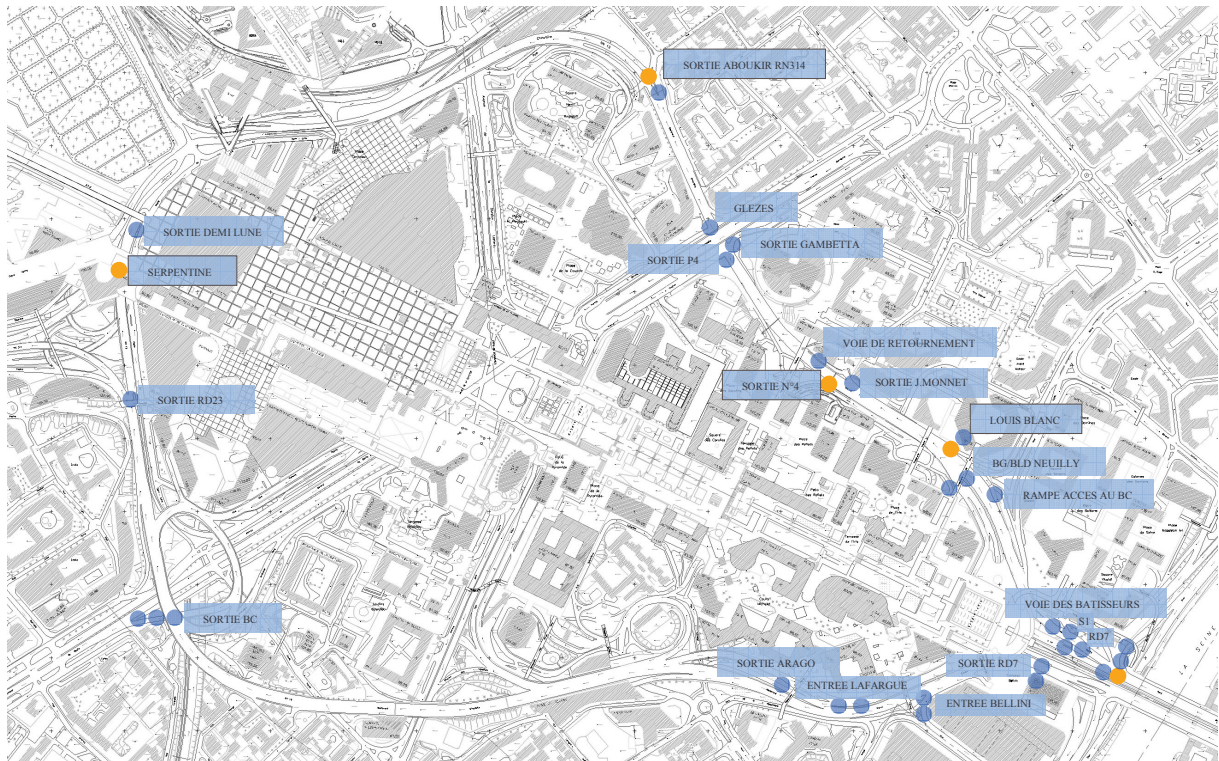
Les résultats de ces différents calculs ont été présentés au chapitre 5 (*cf.* tableau 4). Nous présentons en détail dans le tableau ci-dessous, les effectifs bruts des scénarios types (dans les différents échantillons utilisés) qui ont servi pour ces calculs.

Effectifs de cas affectés aux différents scénarios types, dans l'échantillon initial, dans l'échantillon ayant servi à évaluer leur portée, et dans l'échantillon total.

Scénario type	Nombre de cas dans l'échantillon initial ayant servi à l'élaboration des scénarios types	Nombre de cas dans l'échantillon ayant servi à l'évaluation de la portée des scénarios types	Nombre de cas dans l'échantillon total
1	18	9	27
2	6	1	7
3	4	0	4
4	3	0	3
5	3	0	3
6	30	7	37
7	21	11	32
8	9	3	12
9	6	0	6
10	5	0	5
11	7	1	8
12	14	0	14
13	27	4	31
14	3	0	3
15	2	0	2
16	13	1	14
17	10	1	11
18	5	0	5
19	2	0	2
20	10	4	14
21	10	1	11
22	2	0	2
23	3	1	4
24	3	1	4
25	30	4	34
26	20	3	23
27	4	2	6
28	3	0	3
29	14	1	15
30	20	0	20
31	4	1	5
32	4	1	5
33	2	1	3
34	4	0	4
35	5	4	9
36	4	1	5
37	4	1	5
38	3	1	4
39	2	0	2
40	2	0	2
Cas isolés (non affectables)	75	15	90
Total des cas analysables	416	80	496
Cas non analysables	91	20	111
Total	507	100	607

Annexe 3 : Représentation cartographique des accidents se produisant en carrefour sur le boulevard circulaire de la Défense entre 1995 et 1999

ACCIDENTS CORPORELS DE 95 A 99 EN CARREFOUR



Adaptée de Kinergos Conseil (2001)

- BG
- BL

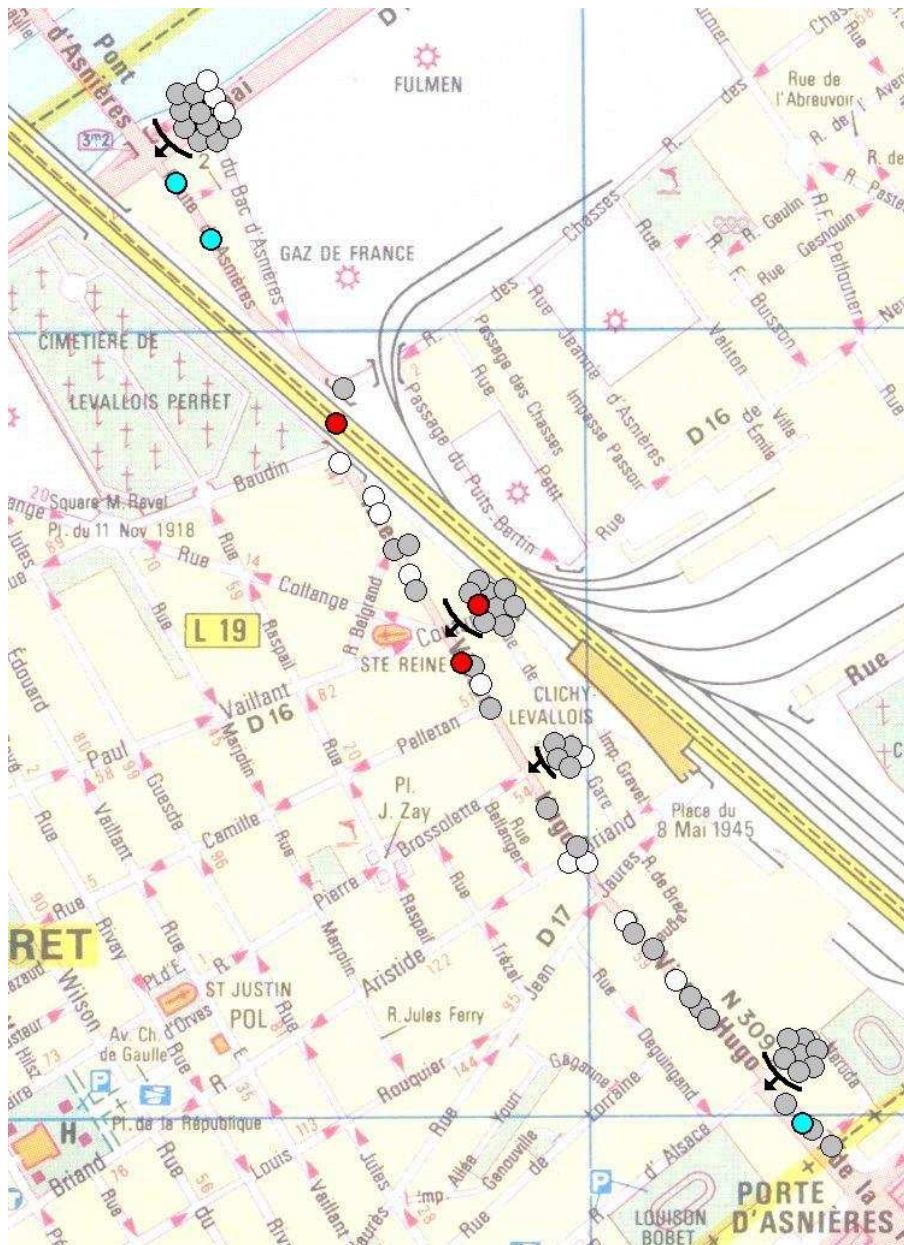
Annexe 4 : Représentations cartographiques des sites d'occurrence des accidents des scénarios types 8, 17, 25 et 37, survenus sur la RD 909 à Clichy et Levallois-Perret

Scénario type 8

La répartition des 3 cas relevant de ce scénario type apparaît sur la carte ci-contre. Ces cas semblent se regrouper aux deux extrémités de l'axe, où les files de circulation sont plus nombreuses et la congestion moins importante que sur le reste de l'axe. La juxtaposition d'une file arrêtée ou très ralentie et d'une file dégagée est une condition favorisant les manoeuvres de changement de file qui sont à l'œuvre dans ce scénario type.

Scénario type 25

Les cas relevant de ce scénario type sont également reportés sur la carte ci-contre. Ce scénario type met en jeu une appréciation erronée de la circulation en aval : le conducteur ne se rend compte que très tardivement du fait que les véhicules en aval sont arrêtés. L'attention du conducteur est souvent distraite par des événements ou autres éléments de la scène visuelle (voir la description de ce scénario type dans la deuxième partie de ce mémoire). Il n'est donc pas surprenant que deux des trois cas de ce scénario type se produisent dans la partie plus dense et commerçante de l'axe, où les interactions avec les autres usagers sont plus nombreuses et les scènes visuelles plus riches et complexes. Le troisième cas se produit sous le pont de la voie SNCF, les conditions de lumière n'y favorisant sans doute pas la perception de la file arrêtée au feu rouge.



Echelle : 1/9000. Fonds cartographique : Michelin : Banlieue de paris, Nord-Ouest.

Sites d'occurrence des accidents étudiés sur la RD 909 à Clichy et Levallois: accidents des scénarios types 8 (en bleu) et 25 (en rouge), par comparaison aux autres cas (en gris et blanc).

- Sc. 8 — Conducteur changeant de voie de circulation sans percevoir un véhicule, souvent un deux-roues à moteur, circulant sur la voie de destination.
- Sc. 25 — Evaluation ou compréhension erronée de l'état de la circulation en aval engendrant un contrôle insuffisant de la vitesse par rapport aux véhicules précédents (généralement arrêtés ou très ralentis).
- Autres scénarios types et cas hors scénarios types.
- Cas indéterminés.

Scénario type 17

Les cas relevant de ce scénario type sont représentés sur la carte ci-contre.

Ce scénario type correspond à des situations où un conducteur, circulant dans une file de véhicules souvent déjà fortement ralentie, s'arrête pour laisser passer un usager provenant d'une rue secondaire, d'un accès riverain, ou effectuant une manoeuvre (sortie de stationnement, demi-tour). Ce dernier usager passe devant le véhicule arrêté dans la file, et se trouve alors confronté à un deux-roues (en général) remontant la file et qu'il ne peut voir que très tardivement.

Il paraît donc logique que, sur cet axe, la plupart des cas de ce scénario type apparaissent dans la partie plus dense et plus congestionnée, au niveau de carrefours gérés par priorité à droite (rue Brossolette, rue Belgrand) ou en section courante (accident situé le plus au sud-est, lié à une manoeuvre de demi-tour). Un dernier cas se produit dans un carrefour à feux à l'extrémité nord-ouest (pont d'Asnières).



Sites d'occurrence des accidents étudiés sur la RD 909 à Clichy et Levallois : accidents du scénario type 17 (en vert), par comparaison aux autres cas (en gris et blanc).

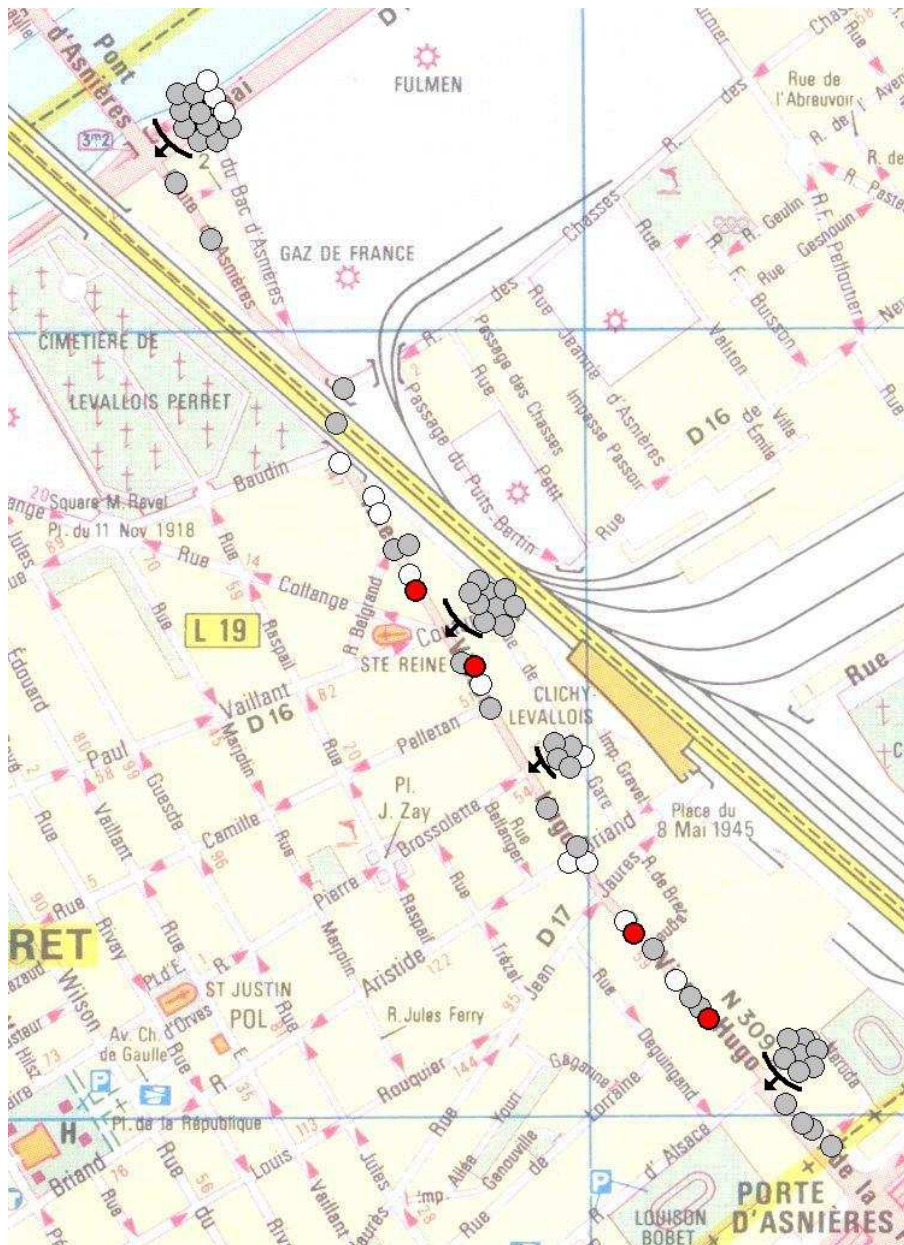
- Sc. 17 — Véhicule (généralement un deux-roues à moteur) remontant une file de véhicules et collision avec un véhicule initialement masqué et franchissant la file de véhicules.
- Autres scénarios types et cas hors scénarios types.
- Cas indéterminés.

Scénario type 37

Les cas de ce scénario type se produisent en section courante, plutôt sur la partie la plus dense et la plus congestionnée de l'axe, comme le montre la carte ci-contre.

L'ouverture de portière, à l'œuvre dans ce scénario type, est généralement rencontrée dans des secteurs assez denses avec un stationnement longitudinal. Cependant, les cas constatés sur cet axe présentent des traits un peu spécifiques : il s'agit d'ouvertures de portière par des conducteurs ou passagers de véhicules arrêtés (souvent dans la circulation : dans une file de véhicules arrêtés du fait de la congestion ou d'un feu situé en aval, par exemple), pour différents motifs : pour contrôler un pneu arrière, pour prendre des lunettes dans le coffre, pour aller acheter des cigarettes, pour prendre un passager (alors que parmi les cas ayant servi à décrire le scénario type 37 tel qu'il est présenté dans la deuxième partie de ce mémoire, trois cas sur quatre concernaient des ouvertures de portière de véhicules en stationnement).

Sur ce terrain d'étude, ce serait donc plutôt la forte congestion de l'axe, surtout dans sa partie plus dense et commerçante, qui pourrait expliquer l'occurrence de tels accidents et leur répartition spatiale.



Echelle : 1/9000. Fonds cartographique : Michelin : Banlieue de paris, Nord-Ouest.

Sites d'occurrence des accidents étudiés sur la RD 909 à Clichy et Levallois : accidents du scénario type 37 (en rouge), par comparaison aux autres cas (en gris et blanc).

- Sc. 37 — Véhicule stationné ou arrêté et ouverture d'une portière lors du passage d'un deux-roues.
- Autres scénarios types et cas hors scénarios types.
- Cas indéterminés.

Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Consommation de carburant par rapport à la densité des villes	21
Figure 2 : Les différents niveaux d'intervention des gestionnaires de l'espace urbain selon les différentes phases de l'accident.....	36
Figure 3 : Procédure d'analyse des zones d'accumulation d'accidents.....	38
Figure 4 : Illustration de la faible perceptibilité en approche d'une intersection combinée avec la présence de véhicules en stationnement masquant la visibilité.	101
Figure 5 : Exemple de surlageur entre la troisième et la quatrième voie d'une autoroute urbaine favorisant des manœuvres rapides de circulation entre files par les deux-roues à moteur.....	190
Figure 6 : Plan de situation des deux terrains d'étude retenus : le Boulevard Circulaire de la Défense et la Route Départementale n°909 à Clichy – Levallois-Perret.....	256
Figure 7 : Exemple en fond d'image de l'une des huit passerelles pour piétons implantées à différents endroits du boulevard circulaire.....	258
Figure 8 : Plan de situation du boulevard circulaire entourant le quartier de la Défense et représentation des principaux autres axes routiers structurants dont l'autoroute A14 passant sous le quartier de la défense.....	259
Figure 9 : Représentation cartographique des sites d'occurrence des accidents étudiés sur le boulevard circulaire de la Défense, pour les trois scénarios types principaux (en rouge : scénario type 31 ; en bleu : scénario type 8 ; en vert : scénario type 26), par comparaison aux autres cas (en gris : autres scénarios types et cas hors scénarios types ; en blanc : cas indéterminés).....	273
Figure 10 : Représentation cartographique des accidents et des densités d'accidents en section courante entre 1995 et 1999 (adaptée de Kinergos Conseil, 2000).....	274
Figure 11 : Illustration du profil en travers (particulièrement confortable) et en fond d'image de la densité des échanges, dans la partie sud-est du boulevard circulaire.....	275
Figure 12 : Plan de situation de la Route Départementale n°909 et représentation des principaux autres axes routiers sécants avec cette voie.....	278
Figure 13 : Présentation de la partie centrale de la section étudiée à hauteur de l'intersection avec la RD 17 (rue Jean Jaurès)	279
Figure 14 : Présentation de l'une des deux extrémités de la zone d'étude : le Pont d'Asnières. Zone moins densément urbanisée et aux caractéristiques d'aménagement plus roulantes	279
Figure 15 : Sites d'occurrence des accidents étudiés sur la RD 909 à Clichy et Levallois : accidents des scénarios types 6 (en bleu), 20 (en rouge) et 21 (en jaune), par comparaison aux autres cas (en gris et blanc).	291
Figure 16 : Représentation cartographique des accidents s'étant produits entre 1995 et 1999 sur la zone d'étude et identification des zones d'accumulation.	292

Tableaux

Tableau 1 : Risques relatifs de blessures pour différents modes de transports dans six pays européens.....	28
Tableau 2 : Liste des scénarios types obtenus (intitulés schématiques).....	86
Tableau 3 : Taux de recouvrement des accidents de l'échantillon servant à l'évaluation de la portée des scénarios types par les scénarios types élaborés à partir de l'échantillon initial.....	89
Tableau 4 : Estimation de l'enjeu en pourcentage de la population des accidents corporels urbains sans piéton impliqué recensés en France, associé à chaque scénario type (et effectifs et intervalles de confiance à 90%).....	90
Tableau 5 : Boulevard circulaire de la Défense : Cas affectés aux scénarios types, cas non affectés, cas indéterminés.....	260
Tableau 6 : Scénarios types représentés par au moins 3 cas sur le boulevard circulaire de la Défense.....	261
Tableau 7 : Boulevard circulaire : pistes d'action en matière de prévention des accidents issues de l'application du système s'appuyant sur les scénarios types d'accidents.....	262
Tableau 8 : Comparaison entre des conclusions de l'outil méthodologique et celles du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière du boulevard circulaire.....	266
Tableau 9 : Pistes d'action pour la prévention des accidents du boulevard circulaire issues des deux démarches.....	269
Tableau 10 : RD 909 : Cas affectés aux scénarios types, cas non affectés, cas indéterminés.....	280
Tableau 11 : Scénarios types représentés par au moins 3 cas sur la RD 909 à Clichy et Levallois.....	281
Tableau 12 : Route départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret : pistes d'action en matière de prévention des accidents issues de l'application du système s'appuyant sur les scénarios types d'accidents.....	282
Tableau 13 : Comparaison entre des conclusions de l'outil méthodologique et celles de l'expert en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière de la RD 909.....	287
Tableau 14 : Pistes d'action pour la prévention des accidents de la RD 909 issues des deux démarches.....	289

Table des matières

Introduction générale.....	11
Première partie	
Cadre théorique de la recherche et problématique du traitement de l'insécurité routière en ville	13
Introduction	15
Chapitre 1 : La ville, l'automobile, et l'insécurité routière.....	17
1.1 La ville et l'automobile : une cohabitation inévitable ?	18
1.1.1 La dépendance automobile.....	19
1.1.2 L'ambivalence de la remise en cause de la place de l'automobile dans les politiques locales de planification et de gestion des déplacements urbains	23
1.1.3 Un transfert de l'automobile vers les transports publics est-il envisageable ? Un tel transfert serait-il porteur de sécurité ?.....	25
1.1.4 Conclusion de la section 1.1	30
1.2 Des phénomènes d'insécurité et par conséquent des principes d'actions qui diffèrent selon les territoires urbains.....	30
Chapitre 2 : Les méthodes de diagnostic de sécurité routière en milieu urbain	35
2.1 Les démarches de diagnostic portant sur un site ponctuel	38
2.2 Les démarches de diagnostic portant sur une section de voie, un axe ou un itinéraire	40
2.3 Les démarches de diagnostic portant sur des terrains d'études étendus.....	42
2.4 Les méthodes de diagnostic actuelles sont-elles adaptées aux contraintes auxquelles doivent faire face les praticiens ?	43
Chapitre 3 : Le développement d'outils d'aide au diagnostic de sécurité s'appuyant sur les scénarios types d'accidents.....	47
3.1 Le concept de scénario type d'accident	48
3.1.1 Contexte scientifique du développement du concept de scénario type d'accident de la circulation	48
3.1.2 Le concept de scénario type d'accident.....	50
3.1.3 Le concept de scénario type d'accident comme outil de synthèse	52
3.1.4 Le concept de scénario type d'accident comme outil de référence	54
3.2 Les méthodes d'appareillement de cas aux scénarios types d'accidents référents.....	55
3.2.1 La démarche d'appareillement manuel	55
3.2.2 Les méthodes d'appareillement automatique	56
3.3 La question de l'opérationnalité des méthodes diagnostiques s'appuyant sur la notion de scénario type d'accident.....	60
3.3.1 L'utilité	61
3.3.2 L'utilisabilité.....	64
3.4 Conclusion	65
Chapitre 4 : Conclusion de la première partie et problématique de la recherche.....	67

Deuxième partie

Présentation détaillée des scénarios types d'accidents et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives..... 73

Introduction 75

Chapitre 5 : Aspects relatifs aux données, éléments de méthode et présentation générale des résultats 77

- 5.1 Les données..... 77
- 5.2 La méthode d'analyse séquentielle de l'accident corporel de la circulation routière 80
- 5.3 La méthode d'élaboration des scénarios types..... 82
- 5.4 Présentation générale des scénarios types obtenus 83

Chapitre 6 : Présentation détaillée des scénarios types 1 à 5 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives 93

- 6.1 Préliminaire..... 93
- 6.2 Présentation détaillée du scénario type 1 97
- 6.3 Présentation détaillée du scénario type 2 105
- 6.4 Présentation détaillée du scénario type 3 109
- 6.5 Présentation détaillée du scénario type 4 114
- 6.6 Présentation détaillée du scénario type 5 118

Chapitre 7 : Présentation détaillée des scénarios types 6 à 12 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives 121

- 7.1 Présentation détaillée du scénario type 6 122
- 7.2 Présentation détaillée du scénario type 7 133
- 7.3 Présentation détaillée du scénario type 8 140
- 7.4 Présentation détaillée du scénario type 9 145
- 7.5 Présentation détaillée du scénario type 10 150
- 7.6 Présentation détaillée du scénario type 11 153
- 7.7 Présentation détaillée du scénario type 12 157

Chapitre 8 : Présentation détaillée des scénarios types 13 à 19 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives 165

- 8.1 Présentation détaillée du scénario type 13 166
- 8.2 Présentation détaillée du scénario type 14 174
- 8.3 Présentation détaillée du scénario type 15 176
- 8.4 Présentation détaillée du scénario type 16 178
- 8.5 Présentation détaillée du scénario type 17 182
- 8.6 Présentation détaillée du scénario type 18 188
- 8.7 Présentation détaillée du scénario type 19 190

Chapitre 9 : Présentation détaillée des scénarios types 20 à 24 et éléments de discussion sur les possibilités de mesures préventives 193

- 9.1 Présentation détaillée du scénario type 20 194
- 9.2 Présentation détaillée du scénario type 21 197
- 9.3 Présentation détaillée du scénario type 22 199

9.4	Présentation détaillée du scénario type 23	201
9.5	Présentation détaillée du scénario type 24	203
Chapitre 10 : Présentation détaillée des scénarios types 25 à 28		211
10.1	Présentation détaillée du scénario type 25	212
10.2	Présentation détaillée du scénario type 26	215
10.3	Présentation détaillée du scénario type 27	217
10.4	Présentation détaillée du scénario type 28	218
Chapitre 11 : Présentation détaillée des scénarios types 29 à 34		221
11.1	Présentation détaillée du scénario type 29	222
11.2	Présentation détaillée du scénario type 30	225
11.3	Présentation détaillée du scénario type 31	227
11.4	Présentation détaillée du scénario type 32	229
11.5	Présentation détaillée du scénario type 33	231
11.6	Présentation détaillée du scénario type 34	232
Chapitre 12 : Présentation détaillée des scénarios types 35 à 40		235
12.1	Présentation détaillée du scénario type 35	236
12.2	Présentation détaillée du scénario type 36	237
12.3	Présentation détaillée du scénario type 37	239
12.4	Présentation détaillée du scénario type 38	241
12.5	Présentation détaillée du scénario type 39	242
12.6	Présentation détaillée du scénario type 40	244
Chapitre 13 : Conclusion de la deuxième partie.....		247
Troisième partie		
La question de l'opérationnalité des outils méthodologiques s'appuyant sur des scénarios types d'accidents		249
Introduction :.....		251
Chapitre 14 : Contribution à l'évaluation de l'utilité relative des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident		253
14.1.	Méthode mise en œuvre et terrains d'étude	254
14.2	Application au terrain du Boulevard Circulaire de La Défense	257
14.2.1	Le Boulevard Circulaire de La Défense : présentation du terrain d'étude et du contexte de l'étude réalisée par le praticien.....	257
14.2.2	Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'application de l'outil méthodologique.....	260
14.2.2.1	Résultats de l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence	260
14.2.2.2	Pistes d'action en matière de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique	261
14.2.3	Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'étude opérationnelle réalisée par le praticien	264
14.2.3.1	Conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière se produisant sur le boulevard circulaire.	264

14.2.3.2	Pistes d'action proposées par le praticien en matière de prévention des accidents se produisant sur le boulevard circulaire.....	265
14.2.4	Comparaison des conclusions issues des deux démarches.....	265
14.2.4.1	Comparaison des conclusions issues des deux démarches en matière de diagnostic des phénomènes d'accidents.....	265
14.2.4.2	Comparaison des conclusions issues des deux démarches en matière de pistes d'action pour la prévention.....	268
14.2.5	Comparaison des conclusions ressortant de la cartographie des accidents effectuée dans les deux démarches.....	272
14.2.5.1	Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité issue de l'outil méthodologique et éléments d'interprétation.....	272
14.2.5.2	Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité effectuées par l'expert et éléments d'interprétation.....	274
14.3	Application au terrain de la route départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret.....	276
14.3.1	La Route Départementale n°909 à Clichy et Levallois-Perret : présentation du terrain d'étude et du contexte de l'étude réalisée par le praticien.....	277
14.3.2	Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'application de l'outil méthodologique.....	280
14.3.2.1	Résultats de l'affectation des cas d'accidents aux scénarios types de référence.....	280
14.3.2.2	Pistes d'action en matière de prévention ressortant de l'application de l'outil méthodologique.....	282
14.3.3	Conclusions en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière et de mesures possibles de prévention, ressortant de l'étude opérationnelle réalisée par le praticien.....	285
14.3.3.1	Conclusions du praticien en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière.....	285
14.3.3.2	Conclusions du praticien en matière de mesures de prévention.....	286
14.3.4	Comparaison des conclusions issues des deux démarches.....	286
14.3.4.1	Comparaison des conclusions des deux démarches en matière de diagnostic des phénomènes d'insécurité routière de la RD 909.....	286
14.3.4.2	Comparaison des conclusions issues des deux démarches en matière de pistes d'action pour la prévention.....	288
14.3.5	Comparaison des conclusions ressortant de la cartographie des accidents effectuée dans les deux démarches.....	290
14.3.5.1	Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité issue de l'outil méthodologique et éléments d'interprétation.....	290
14.3.5.2	Représentations cartographiques des phénomènes d'insécurité effectuées par le praticien et éléments d'interprétation.....	292
14.4	Conclusion.....	293

Chapitre 15 : Contribution à l'évaluation de l'utilisabilité des outils méthodologiques reposant sur la notion de scénario type d'accident..... 297

15.1.	Méthode mise en œuvre.....	298
15.2.	Validité de l'affectation des cas aux scénarios types effectuée par les praticiens.....	300
15.2.1	Validité de l'affectation des cas aux scénarios types pour le praticien A.....	301
15.2.2	Validité de l'affectation des cas aux scénarios types pour le praticien B.....	304
15.2.3	Cas des praticiens C et D.....	305
15.3	Utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle : résultats issus des entretiens avec les praticiens.....	305
15.3.1	Remarques formulées par le praticien A.....	305
15.3.2	Remarques formulées par le praticien B sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique.....	308
15.3.3	Remarques formulées par le praticien C sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique.....	309

15.3.4	Remarques formulées par le praticien C sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique.....	310
15.4	Conclusion sur l'utilisabilité de l'outil méthodologique dans sa version manuelle.....	311
Chapitre 16 : Conclusion de la troisième partie.....		313
Conclusion générale		315
Références bibliographiques		321
Annexes		337
Table des illustrations		356
Table des matières.....		359

Prévention des risques routiers en ville : contribution au développement et à l'évaluation d'outils d'aide au diagnostic s'appuyant sur des scénarios types d'accident

Résumé : Ce travail de thèse apporte une contribution aux recherches visant une meilleure connaissance des mécanismes d'accidents se produisant en ville et le développement de méthodes et d'outils permettant à des praticiens réalisant des études locales de sécurité, de disposer d'une meilleure connaissance des processus d'accident à l'œuvre localement et des mesures possibles pour leur prévention.

Dans un premier temps, à partir de l'analyse approfondie de plusieurs centaines de cas d'accidents s'étant produits sur le territoire français, nous décrivons quarante scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons. Une discussion relative aux moyens de prévention est proposée pour chacun d'entre eux en référence à la littérature internationale en sécurité routière. Ces résultats permettent de disposer, avec les travaux récemment achevés à l'INRETS sur les scénarios d'accidents de piétons, d'une connaissance d'ensemble des processus d'accidents les plus fréquemment à l'œuvre en ville et sur les moyens susceptibles de les prévenir. Ils permettent également, avec un ensemble de méthodes de reconnaissance permettant l'affectation des accidents d'un échantillon local aux scénarios types préétablis, d'envisager leur utilisation dans le cadre d'études de sécurité réalisées par des ingénieurs locaux sur des terrains d'étude délimités.

Dans un second temps, les investigations ont porté sur l'opérationnalité d'outils méthodologiques de diagnostic s'appuyant sur ces scénarios types de référence. L'utilité relative de ces outils est d'abord évaluée sur deux terrains d'étude par comparaison avec des démarches d'étude diagnostique plus traditionnelles. Leur « utilisabilité » est ensuite étudiée au moyen d'entretiens auprès de praticiens ayant mis en œuvre de tels outils méthodologiques, et par l'examen des résultats de leurs analyses.

Les résultats confirment que l'accident urbain peut être modélisé sous forme de pathologies routières. Les scénarios types d'accidents constituent ainsi des outils utiles à la prévention.

Mots clés : sécurité routière, études diagnostiques de sécurité, accidentologie, scénario type d'accident, prévention, aménagement, évaluation.

Prevention of traffic risks in towns: contribution to the development and assessment of diagnosis assistance tools using prototypical accident scenarios

Abstract : This thesis work brings a contribution to research aimed at improving our understanding of the mechanisms behind accidents occurring in towns and the development of methods and tools providing engineers performing local safety studies with a better understanding of the accident processes at work locally and possible measures for preventing them.

Firstly, the in-depth analyses of several hundred accident cases which had occurred in France were used to formulate a description of forty prototypical urban accident scenarios not involving pedestrians. A discussion on means of prevention is proposed for each of these with reference to the international road safety literature. These results, along with work on pedestrian accident scenarios recently completed at INRETS, provide an overall understanding of the most commonly occurring accident processes in towns and the means of preventing them. They also make possible, along with a set of recognition methods for assigning the accidents from a local sample to preset prototypical scenarios, to plan for their use in the context of safety studies carried out by local engineers on delimited areas.

Secondly, the investigations covered the operability of the methodological diagnosis tools using these reference prototypical scenarios. The relative usefulness of these tools was first assessed in two study fields by comparison with more conventional diagnostic study methods. Their "usability" was then studied through interviews with engineers who had used such methodological tools and through the examination of the results of their analyses.

The results confirm that urban accidents can be modeled in the form of road pathologies. The prototypical accident scenarios thus constitute useful tools for prevention.

Keywords: road safety, diagnostic safety studies, accidentology, prototypical accident scenario, prevention, layout, assessment.

Prévention des risques routiers en ville : contribution au développement et à l'évaluation d'outils d'aide au diagnostic s'appuyant sur des scénarios types d'accident

Résumé : Ce travail de thèse apporte une contribution aux recherches visant une meilleure connaissance des mécanismes d'accidents se produisant en ville et le développement de méthodes et d'outils permettant à des praticiens réalisant des études locales de sécurité, de disposer d'une meilleure connaissance des processus d'accident à l'œuvre localement et des mesures possibles pour leur prévention.

Dans un premier temps, à partir de l'analyse approfondie de plusieurs centaines de cas d'accidents s'étant produits sur le territoire français, nous décrivons quarante scénarios types d'accidents urbains n'impliquant pas de piétons. Une discussion relative aux moyens de prévention est proposée pour chacun d'entre eux en référence à la littérature internationale en sécurité routière. Ces résultats permettent de disposer, avec les travaux récemment achevés à l'INRETS sur les scénarios d'accidents de piétons, d'une connaissance d'ensemble des processus d'accidents les plus fréquemment à l'œuvre en ville et sur les moyens susceptibles de les prévenir. Ils permettent également, avec un ensemble de méthodes de reconnaissance permettant l'affectation des accidents d'un échantillon local aux scénarios types préétablis, d'envisager leur utilisation dans le cadre d'études de sécurité réalisées par des ingénieurs locaux sur des terrains d'étude délimités.

Dans un second temps, les investigations ont porté sur l'opérationnalité d'outils méthodologiques de diagnostic s'appuyant sur ces scénarios types de référence. L'utilité relative de ces outils est d'abord évaluée sur deux terrains d'étude par comparaison avec des démarches d'étude diagnostique plus traditionnelles. Leur « utilisabilité » est ensuite étudiée au moyen d'entretiens auprès de praticiens ayant mis en œuvre de tels outils méthodologiques, et par l'examen des résultats de leurs analyses.

Les résultats confirment que l'accident urbain peut être modélisé sous forme de pathologies routières. Les scénarios types d'accidents constituent ainsi des outils utiles à la prévention.

Mots clés : sécurité routière, études diagnostiques de sécurité, accidentologie, scénario type d'accident, prévention, aménagement, évaluation.

Prevention of traffic risks in towns: contribution to the development and assessment of diagnosis assistance tools using prototypical accident scenarios

Abstract : This thesis work brings a contribution to research aimed at improving our understanding of the mechanisms behind accidents occurring in towns and the development of methods and tools providing engineers performing local safety studies with a better understanding of the accident processes at work locally and possible measures for preventing them.

Firstly, the in-depth analyses of several hundred accident cases which had occurred in France were used to formulate a description of forty prototypical urban accident scenarios not involving pedestrians. A discussion on means of prevention is proposed for each of these with reference to the international road safety literature. These results, along with work on pedestrian accident scenarios recently completed at INRETS, provide an overall understanding of the most commonly occurring accident processes in towns and the means of preventing them. They also make possible, along with a set of recognition methods for assigning the accidents from a local sample to preset prototypical scenarios, to plan for their use in the context of safety studies carried out by local engineers on delimited areas.

Secondly, the investigations covered the operability of the methodological diagnosis tools using these reference prototypical scenarios. The relative usefulness of these tools was first assessed in two study fields by comparison with more conventional diagnostic study methods. Their "usability" was then studied through interviews with engineers who had used such methodological tools and through the examination of the results of their analyses.

The results confirm that urban accidents can be modeled in the form of road pathologies. The prototypical accident scenarios thus constitute useful tools for prevention.

Keywords: road safety, diagnostic safety studies, accidentology, prototypical accident scenario, prevention, layout, assessment.

