

C.D.T.
Centre de développement technologique

-- Rapport final --

**LE VIRAGE À DROITE AU FEU ROUGE
AU QUÉBEC**

préparé pour

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

Direction de la sécurité en transport
700, boul. René-Lévesque, 29^{ième} étage
Québec (Québec)
G1R 5H1

Septembre 2002

Projet C.D.T. P2823



**ÉCOLE
POLYTECHNIQUE**

-- Rapport final --

LE VIRAGE À DROITE AU FEU ROUGE
AU QUÉBEC

préparé pour

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

Direction de la sécurité en transport
700, boul. René-Lévesque, 29^{ième} étage
Québec (Québec)
G1R 5H1

Septembre 2002

Projet C.D.T. P2823

Projet C.D.T. P2823

-- Rapport final --

LE VIRAGE À DROITE AU FEU ROUGE
AU QUÉBEC



préparé pour

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

Direction de la sécurité en transport
700, boul. René-Lévesque, 29^{ième} étage
Québec (Québec)
G1R 5H1

À l'attention de Monsieur le Ministre Serge Ménard

par

Professeur Michel Gou, ing., M.Sc.A.
avec la collaboration de Chantal Galipeau
Département de génie mécanique
École Polytechnique de Montréal

soumis par

CENTRE DE DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE (C.D.T.)
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL
Campus de l'Université de Montréal
Case postale 6079, succursale Centre-ville
Montréal (Québec)
H3C 3A7

Septembre 2002

Professeur Michel Gou, ing., M.Sc.A.
Directeur de projet

SOMMAIRE

Le VDFR est un problème marginal qui a pourtant fait couler beaucoup d'encre.

Ses avantages, une diminution de la consommation de l'ordre de 0,15% (soit quelques litres par année) de tous les véhicules et un gain de temps de l'ordre de 15 à 30 secondes par conducteur par jour, sont peu perceptibles.

Par ailleurs, pratiqué dans les règles de l'art, le VDFR ne semble pas, à priori, présenter de danger ni d'inconvénients, mais les observations montrent que le taux de conformité de la manœuvre est relativement faible, de l'ordre de 30%. Le projet pilote, implanté en janvier 2001 dans quelques régions du Québec, a donc provoqué 49 collisions causant des dommages matériels et 21 collisions causant 23 blessés légers pour la première année.

Pourtant, l'analyse de ces données par Birikundavyi montre que la variation des collisions avec blessés directement liées au VDFR, bien qu'en hausse, n'est pas statistiquement significative. Cette conclusion rejoint celle d'une étude réalisée dernièrement pour le compte de NHTSA (1994) aux États-Unis.

Par contre, les gains du VDFR peuvent être obtenus, en plus grande quantité, par diverses mesures qui augmentent la sécurité des usagers de la route. La vérification hebdomadaire de la pression des pneus permettrait en effet une réduction de la consommation de l'ordre de 2% tout en réduisant le nombre d'accidents. Les bonnes habitudes de conduite, et particulièrement l'accélération franche au démarrage suivie d'un changement de vitesse à bas régime, sont d'autres mesures qui peuvent diminuer la consommation d'essence de façon importante. La gestion intelligente des feux de circulation permettrait aussi bien une réduction de l'ordre de 8% des délais causés par la congestion, de 6% de la consommation et une réduction de 25% du nombre de collisions aux intersections. Malheureusement, cette gestion, dont les coûts ont pourtant un impact positif de 258\$/tonne de polluant éliminé et qui n'offre que des avantages pour la sécurité, semble délaissée au Québec.

Une analyse, réalisée à ma demande par Gangbè, Thouez et Bergeron, du comportement des conducteurs effectuant la manœuvre du VDFR en Ontario montre que moins de 14% des conducteurs ontariens effectuent convenablement le VDFR. À Toronto, c'est moins de 17% des conducteurs qui effectuent une manœuvre conforme. Par comparaison, une analyse, réalisée par des chercheurs de Ryerson Polytechnic University en 2001, d'un certain nombre de collisions impliquant des piétons dans la ville de Toronto a montré que 108 piétons ont été impliqués dans une collision alors qu'ils avaient droit de passage et qu'un véhicule effectuait un VDFR.

Cette même étude, ainsi que mes propres observations bien que très limitées, m'ont permis de constater le manque de discipline et même la délinquance des piétons québécois, ainsi que l'absence de respect des conducteurs québécois vis-à-vis des piétons. Gangbè, Thouez et Bergeron rapportent aussi que 70% des conducteurs de la ville de Toronto qui effectuent un virage à droite **sur un feu vert** accordent la priorité aux

piétons, alors qu'à Montréal ce ne sont 64% des conducteurs qui accordent la priorité aux piétons. Toujours en Ontario, les conducteurs effectuant un VDVR sont proportionnellement moins nombreux (environ 60%) que ceux qui effectuent un VDFV (environ 70%) à accorder la priorité aux piétons. On peut donc se demander ce qui se passerait si les conducteurs de Montréal pouvaient effectuer le VDVR. On pourrait donc s'attendre à une performance du VDVR pire au Québec qu'en Ontario, où il y a pourtant un certain nombre de blessés directement causés par le VDVR.

Ces différences sensibles dans le comportement des conducteurs ontariens et québécois pourraient être le résultat de plusieurs facteurs et, entre autres, d'un manque de formation et de l'absence quasi totale de présence policière.

On peut croire que l'implantation du VDVR n'aura pas un impact significatif sur la sécurité routière. Toutefois, il est clair que, comme toute manœuvre, le VDVR comporte un certain risque. Par simple projection, on pourrait conclure que le VDVR pourrait entraîner annuellement 162 collisions avec blessés s'il était permis partout au Québec sauf à Montréal.

Étant donné la possibilité de réaliser des gains bien supérieurs aux gains potentiels du VDVR par d'autres méthodes qui sont parfaitement sécuritaires et étant donné le plan du Ministère des Transports de diminuer le nombre de blessés et de tués sur nos routes de 15% d'ici à 2005, je ne crois pas qu'il soit opportun d'implanter le VDVR au Québec.

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	i
Table des matières	iii
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	v
Table des annexes	vi
1 Introduction	1
1.1 Méthodologie.....	2
2 Historique.....	4
3 Description de la manœuvre.....	6
3.1 Arrêtez, Regardez, Tournez!.....	6
3.2 Comparaison avec un arrêt.....	7
3.3 Fréquence de la manœuvre.....	8
4 Avantages/Inconvénients	9
4.1 Avantages	9
4.1.1 Économie de temps.....	9
4.1.2 Réduction de la consommation d'essence	11
4.1.3 Réduction de la pollution.....	12
4.1.4 Uniformisation.....	12
4.2 Inconvénients.....	12
4.2.1 Détérioration de la sécurité.....	12
4.2.2 Perte de temps des autres usagers.....	19
4.2.3 Perte de crédibilité du feu rouge.....	20
4.2.4 Augmentation de la signalisation	20
4.2.5 Violation de la signalisation	20
4.2.6 Coût	20
5 Critique des études par B. Clément	21
6 Résultats des projets pilotes.....	24
6.1 Faits Saillants.....	24
6.2 Perception de la population	25
6.3 Étude des Statistiques de la SAAQ par Salvator Birikundavyi.....	25
6.4 Projection à la grandeur du Québec	26

7	Étude de comportement.....	27
7.1	<i>Comportement des usagers dans les projets pilotes.....</i>	<i>27</i>
7.2	<i>Rapport de Gangbè, Thouez et Bergeron.....</i>	<i>28</i>
7.3	<i>Rapport de Bergeron.....</i>	<i>28</i>
7.4	<i>Observations que j'ai faites.....</i>	<i>30</i>
8	Les personnes handicapées.....	34
8.1	<i>Les handicapés visuels.....</i>	<i>35</i>
8.2	<i>Les handicapés et les personnes âgées.....</i>	<i>37</i>
9	Étude coût-bénéfice.....	39
10	D'autres solutions plus efficaces, plus sécuritaires et plus rentables.....	41
10.1	<i>Pression des pneus.....</i>	<i>41</i>
10.2	<i>Techniques de conduite.....</i>	<i>42</i>
10.3	<i>Systèmes de transport intelligents.....</i>	<i>42</i>
10.4	<i>Signalisation.....</i>	<i>43</i>
11	Discussion.....	44
12	Conclusions.....	45
	Remerciements.....	46
	Liste des Références.....	47

LISTE DES FIGURES

FIGURE 3-1 : CHAMP DE VISION	7
FIGURE 4-1 : COLLISION AU VIRAGE	13
FIGURE 4-2 : COLLISION LORS D'UN VIRAGE PROTÉGÉ	14
FIGURE 4-3 : COLLISION AVEC PIÉTON	14
FIGURE 4-4 : COLLISION ENTRE VÉHICULES TOURNANT SUR FEU ROUGE	15
FIGURE 4-5 : COLLISION AVEC CYCLISTE	15
FIGURE 4-6 : COLLISION AVEC CYCLISTE À CONTRE-SENS	16
FIGURE 4-7 : COLLISION PIÉTON ET CYCLISTE	19
FIGURE 7-1 : TRAJET D'ÉVITEMENT DU PIÉTON	30

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 4-1 : AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'IMPLANTATION DU VDFR	9
TABLEAU 4-2 : ÉCONOMIES DE TEMPS RÉPERTORIÉES DANS L'ÉTUDE DE DUSSAULT	9
TABLEAU 4-3 : ÉMISSION DE POLLUANTS AU RALENTI	12
TABLEAU 4-4 : TYPES ET FRÉQUENCE DE COLLISIONS VÉHICULES-PIÉTONS À TORONTO	16
TABLEAU 4-5 : TYPES ET FRÉQUENCE DE COLLISIONS LORS DES VIRAGES À DROITE	17
TABLEAU 6-1 : NOMBRE DE COLLISIONS DANS LES PROJETS PILOTES DU 15 JANVIER 2001 AU 15 JANVIER 2002	24
TABLEAU 6-2 : POURCENTAGE DES ACCIDENTS MORTELS AU QUÉBEC POUR LES ANNÉES 1997-2001 SUR LE NOMBRE DE BLESSÉS LÉGERS	26
TABLEAU 9-1 : ÉTUDE COÛT-BÉNÉFICE	40

TABLE DES ANNEXES

ANNEXES A: RAPPORT DE BERNARD CLÉMENT	54
ANNEXES B: RAPPORT DE SALVATOR BIRIKUNDAVYI.....	54
ANNEXES C: RAPPORT DE GANGBÈ, THOUÉZ ET BERGERON	54
ANNEXES D: RAPPORT DE BERGERON	54
ANNEXES E: RÉOLUTION DE L’AER	54

1 INTRODUCTION

Le Québec et la ville de New York seraient les seules exceptions en Amérique du Nord en ce qui concerne le virage à droite sur feu rouge. Pour cette raison, le VDFR a toujours été une cause de débat au Québec. D'un côté, certains affirment que l'introduction du VDFR permettrait d'économiser de l'essence, du temps et de réduire la pollution sans détériorer la sécurité, alors que d'autres affirment que le VDFR détériore la sécurité en échange de bénéfices peu perceptibles.

Pour clore le débat, le gouvernement québécois décida de réaliser un projet pilote pour évaluer les conséquences du VDFR sur les divers usagers de la route et pour en déterminer les impacts sur la sécurité routière. Plus précisément, le projet pilote avait pour objectif de recueillir des données et des informations pour éclairer le ministre quant à une éventuelle implantation du virage à droite sur feu rouge.

Le projet de loi no. 130, adopté par l'Assemblée Nationale le 16 juin 2000, modifiait le Code de la sécurité routière, afin de permettre le virage à droite sur feu rouge dans les municipalités désignées par le ministre des Transports. Ainsi, on insérait à la suite de l'article 359 Feu rouge du *Code de la sécurité routière* qui se lit comme suit :

«359 - À moins d'une signalisation contraire, face à un feu rouge, le conducteur d'un véhicule routier ou d'une bicyclette doit immobiliser son véhicule avant le passage pour piétons ou la ligne d'arrêt ou, s'il n'y en a pas, avant la ligne latérale de la chaussée qu'il s'apprête à croiser. Il ne peut poursuivre sa route que lorsqu'un signal lui permettant d'avancer apparaît.»

l'article 359.1 qui se lit comme suit :

«359.1 Malgré l'article 359 et à moins d'une signalisation contraire ou d'un feu blanc ou d'un feu clignotant de piétons, le conducteur d'un véhicule routier, dans une municipalité ou dans une région administrative désignée par arrêté publié à la Gazette officielle du Québec par le ministre, peut, face à un feu rouge, effectuer un virage à droite après avoir immobilisé son véhicule avant le passage pour piétons ou la ligne d'arrêt ou, s'il n'y en a pas, avant la ligne latérale de la chaussée sur laquelle il veut s'engager et après avoir cédé le passage aux véhicules routiers, aux cyclistes et aux piétons déjà engagés dans l'intersection».

Suite à cette modification, le VDFR fut implanté dans 26 municipalités réparties dans 5 régions du Québec pour une période allant du 15 janvier 2001 au 15 janvier 2002. Toutefois, les rapports d'évaluation des projets pilotes n'ont pas satisfait les autorités et, à la suite d'inquiétudes exprimées par des personnes les plus vulnérables, le ministre a demandé une évaluation complémentaire.

Le ministre a donc confié à Michel Gou, ingénieur professeur titulaire et directeur de l'équipe de sécurité routière de l'École Polytechnique de Montréal, le mandat d'effectuer cette évaluation :

«Le mandataire devra donc réaliser une évaluation complémentaire des données recueillies lors des projets pilotes et des expériences des autres administrations ayant autorisé le VDFR sur leur territoire. Le mandataire pourra aussi demander que soient effectuées des expériences complémentaires dans les villes où des projets pilotes ont été autorisés. Il devra, par ailleurs, passer en revue la documentation scientifique des autres administrations nord-américaines. Il pourra aussi rencontrer toute personne ou organisme qu'il jugera opportun de consulter pour la réalisation de ses travaux et il verra aussi à ce que les représentants des groupes ou organismes de personnes vulnérables soient consultés».

1.1 Méthodologie

Afin de réaliser mon mandat, et étant donné l'échéancier assez serré, j'ai choisi de poursuivre plusieurs directions simultanément. Les étapes principales de l'étude se résument comme suit :

- Revue de littérature assez complète, afin de dégager les résultats des travaux déjà réalisés. Cette revue m'a permis de me familiariser avec le sujet et d'identifier et d'analyser les études disponibles. Cette revue a aussi permis de classer les études en fonction de leur date de réalisation (anciennes et récentes) et de leur originalité (mesures ou critiques d'études précédentes). Cette revue m'a amené à rechercher les moyens disponibles pour diminuer la consommation de carburant, la pollution et la congestion des rues de nos villes qui sont les arguments avancés pour favoriser le VDFR
- Analyse de la qualité des études originales du VDFR. Étant donné que le VDFR a été implanté il y a plus d'une vingtaine d'années aux États-Unis, on peut s'attendre à ce que certaines études datent et soient peut-être devenues caduques. De plus, les techniques d'observations et d'analyse étant moins sophistiquées à cette époque, j'ai demandé à mon collègue, le professeur Bernard Clément, Ph.D., de porter un jugement sur la validité des études originales conduites à la fin des années 70.
- Analyse des données du projet pilote. Salvator Birikundavyi, Ph.D., a réalisé à ma demande une étude des données disponibles de la SAAQ pour mesurer l'incidence du VDFR sur la sécurité routière. Il a donc réalisé une comparaison avant-après des accidents aux intersections et entre les intersections dans les régions VDFR et hors-VDFR, pour des piétons, des cyclistes et des passagers de véhicules automobiles. Dans le cas où les données ne s'avèrent pas satisfaisantes, M. Birikundavyi s'est proposé pour préparer un plan d'analyse complémentaire.
- Étude du comportement des conducteurs et des piétons. Dans le cadre d'une étude précédente, les professeurs Thouez et Bergeron ont dirigé un grand nombre d'observations sur le comportement des piétons et des conducteurs dans 6 villes canadiennes, dont 3 en Ontario et 3 au Québec. En utilisant ces observations, j'ai donc demandé aux professeurs Thouez et Bergeron d'analyser, à Toronto, les comportements à risques lors de VDFR, ainsi que de comparer le comportement, lors de virage à droite au feu vert, des conducteurs de Toronto et de Montréal, ainsi que celui des conducteurs de Montréal et de St-Hyacinthe.

- Rencontre avec groupes de pression et personnes intéressées. Mon mandat a été largement publié et j'ai répondu positivement à toute demande de rencontre. J'ai ainsi rencontré certains membres de la Coalition contre le VDFR, les représentants de l'institut Nazareth et Louis-Braille, les représentants de la Fondation Mira, les dirigeants de la Société de transports de l'Outaouais et d'autres personnes intéressées. J'ai aussi rencontré un représentant de la ville de Montréal et visité le centre de gestion de la circulation de la ville d'Ottawa.
- Contacts téléphoniques ou autres avec divers intervenants ou chercheurs sur le sujet.
- Observations personnelles, accompagné du professeur Bergeron, du comportement des conducteurs et des piétons à quelques intersections sélectionnées de la ville de Montréal.
- Observations personnelles du comportement des conducteurs et des piétons dans quelques villes de la région pilote du Québec, soit Chicoutimi, Joliette, Malartic, Rouyn-Noranda et Val d'Or. J'ai aussi observé le comportement des conducteurs et des piétons à Ottawa. De plus, j'ai participé à une visite commentée de la ville de Gatineau, au cours de laquelle j'ai pu observer certains comportements des conducteurs et des piétons de cette ville. Il faut noter que toutes ces observations visaient principalement à me sensibiliser aux avantages et aux inconvénients du VDFR, mais ne cherchaient pas à faire le décompte des problèmes observés.
- Observations par un membre de mon équipe du comportement des conducteurs vis-à-vis de la présence d'handicapés visuels et physiques et de personnes âgées. Les observations ont été faites à Joliette et à Drummondville avec la collaboration de la Fondation Mira. Comme précédemment, ces observations visaient principalement à me sensibiliser aux avantages et aux inconvénients du VDFR, mais ne cherchaient pas à faire le décompte des problèmes observés.
- Analyse des documents, observations et rédaction d'un rapport.

Ce rapport présente donc une évaluation complémentaire qui, je l'espère, éclairera le ministre quant à une éventuelle implantation de la manœuvre du VDFR.

2 HISTORIQUE

L'idée du virage à droite sur feu rouge (VDFR) serait apparue en 1919 à New York, où il aurait été permis sans restriction. Quelques années plus tard, en 1937, la ville de New York remplaça cette disposition par une interdiction générale sauf indication contraire. Aujourd'hui, le VDFR serait¹ quand même permis à 251 intersections de New York (127 dans Staten Island, 51 dans Brooklin, 42 dans Queens, 19 dans le Bronx et 12 dans Manhattan).

La Californie permettait généralement le VDFR à moins d'indication contraire, la même année où la ville de New York l'abolissait. Quelques États de l'ouest, dont l'Utah (1951), l'Oregon (1951), l'Arizona (1953), le Nevada (1957) et l'état de Washington (1957), imitaient la Californie à partir du début des années 50. Dans l'est, l'adoption du VDFR généralement interdit arriva un peu plus tard, notamment au Maryland en 1957 et en Virginie en 1972. La différence entre les deux pratiques selon la localisation à l'est ou à l'ouest donna naissance aux expressions « Eastern rule » pour l'interdiction générale de la manœuvre sauf indication contraire et « Western rule » pour la permission générale sauf indication contraire.

Suite au premier choc pétrolier de 1973, le gouvernement américain cherchait des mesures pour diminuer la consommation d'essence et, en 1975, le Congrès américain adopta une loi obligeant les états américains à adopter le VDFR. Le Congrès américain imposa alors le VDFR généralement permis (Western rule) sous peine de retenues des fonds destinés à la construction et à l'entretien des routes nationales. Seule la ville de New York aurait été exemptée de ces menaces. Ainsi, en 1980, tous les états américains permettaient le VDFR. Les provinces canadiennes, à l'exception du Québec, emboîtèrent le pas et le VDFR y est donc généralement permis.

L'illégalité du VDFR au Québec est la cause d'éternels débats et de perpétuelles remises en question. En 1977, le comité de révision du code de la route envisagea le VDFR, option qui fut rejetée pour une première fois par le Ministère des Transports du Québec (MTQ). En 1978, l'Association Québécoise du Transport et des Routes (AQTR) prit position de maintenir l'interdiction sauf si une indication claire le permettait, c'est-à-dire le « Eastern rule », mais le gouvernement du Québec refusa une autre fois de permettre l'adoption du VDFR.

Pendant plusieurs années, l'idée fut mise de côté lorsqu'en 1987 le projet refit surface, suite au rapport préparé pour le Bureau des économies d'énergie du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec par la firme d'ingénierie Deluc. Ce rapport favorisait l'adoption du VDFR comme moyen d'économiser le carburant et de réduire la pollution environnementale causée par le transport. Cependant, la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) et le MTQ refusèrent d'étudier le dossier du VDFR à nouveau. En 1991, un deuxième rapport de Deluc, préparé pour le compte de la Société de Transport de

¹ D'après une conversation privée avec M. Paul Bourque, membre de l'AQTR

l'Outaouais, favorisait encore le VDFR, mais la SAAQ et le MTQ ne procédèrent pas à l'ouverture du dossier.

En 1999, le VDFR fut l'un des cinq sujets du Livre Vert « La sécurité routière au Québec un défi collectif » et le débat recommença. Une commission parlementaire s'ensuivit et le gouvernement décida, en 2000, de permettre un projet-pilote sur la question du VDFR. Le projet pilote fut implanté en 2001 et se poursuit encore suite à la décision du nouveau Ministre des transports de suspendre l'adoption généralisée du VDFR dans l'attente d'études complémentaires.

3 DESCRIPTION DE LA MANŒUVRE

3.1 Arrêtez, Regardez, Tournez!

À première vue, la manœuvre du VDFR semble assez simple, mais en la décortiquant, on s'aperçoit que le conducteur doit s'assurer de plusieurs facteurs avant de pouvoir tourner. Voici donc les principales étapes de cette manœuvre :

1. **Arrêtez:**

Un arrêt complet doit être effectué avant la ligne d'arrêt et le passage pour piéton.

2. **Regardez:**

Le conducteur doit vérifier si une signalisation interdit le virage à droite sur feu rouge. De plus, le conducteur doit vérifier si l'interdiction est de durée temporaire.



Si le virage est permis, le conducteur désirant effectuer un virage à droite sur feu rouge doit vérifier les signaux des passages pour piétons, car il est strictement interdit de tourner sur le feu rouge lorsque la silhouette blanche est allumée ou que la main clignote. Si aucun signal ne l'interdit, le conducteur doit ensuite s'assurer qu'aucun piéton ou cycliste provenant des trois différentes approches n'est engagé ou s'apprête à s'engager dans le passage pour piétons situé en avant. Il doit évidemment porter une attention particulière aux enfants, aux personnes âgées, aux aveugles et aux personnes à mobilité réduite.



Si aucun piéton ou cycliste n'est engagé, ou près de s'engager dans l'intersection, le conducteur doit s'assurer qu'il ne coupera ou n'entravera pas la circulation des automobiles, dont les véhicules en provenance de sa gauche dans la voie perpendiculaire (en regardant possiblement au travers de la voiture arrêtée à sa hauteur à gauche) ou, le cas échéant, ceux tournant à gauche en provenance de la voie opposée.

Les conducteurs doivent de nouveau vérifier la présence de piétons ou de cyclistes.

3. **Tournez:**

Le conducteur peut tourner si la manœuvre est sécuritaire et que la voie est libre en laissant priorité à tous les autres usagers de la route.

On voit donc, dans cette manœuvre, que la tâche du conducteur est complexe, peut-être plus complexe que d'autres tâches normales de la conduite, ce qui explique possiblement l'augmentation du nombre de collisions lorsque le VDFR est permis. La figure 1 représente le champ de vision limité par la configuration de l'intersection et par des voitures stationnées, ce qui représente l'une des difficultés à la réalisation correcte de la manœuvre.

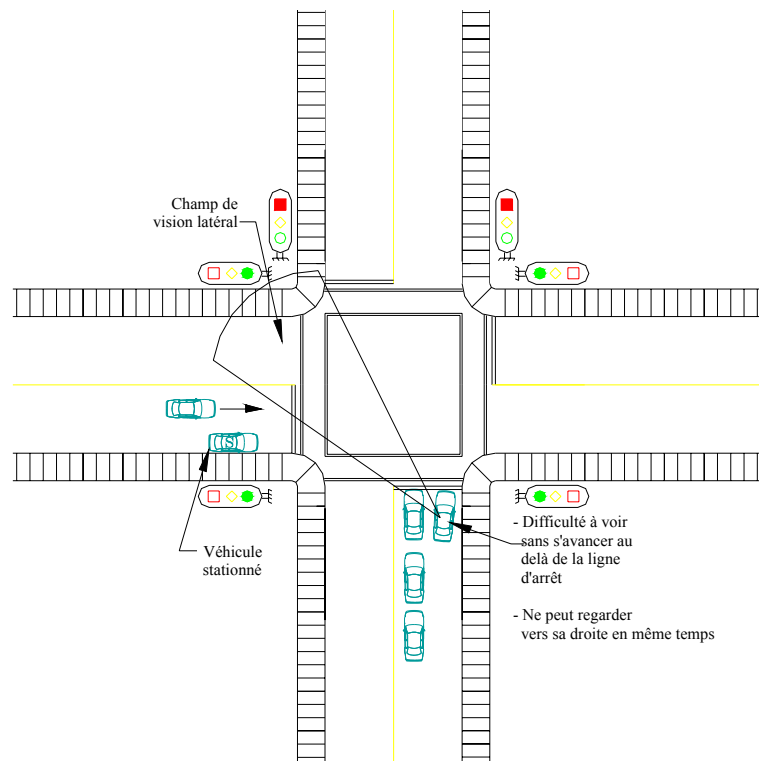


Figure 3-1: Champ de vision

C'est pour cette raison d'ailleurs que Preusser (1981) recommande de ne pas cibler de formation du VDVR vers le conducteur, qu'il considère déjà trop occupé pour être capable d'effectuer une tâche supplémentaire.

3.2 Comparaison avec un arrêt

Certains comparent la manœuvre du virage à droite au feu rouge à celle effectuée à un arrêt obligatoire. Cette comparaison me semble boiteuse, puisqu'elle ne tient pas compte des critères de justification² des feux de circulation. En effet, sept critères sont utilisés pour remplacer des panneaux d'arrêt par des feux de circulation à une intersection :

- Critère 1 : Débit minimal de véhicules durant 6 heures
- Critère 2 : Débit minimal de véhicules durant 4 heures
- Critère 3 : Débit minimal de véhicules durant 1 heure
- Critère 4 : Sécurité
- Critère 5 : Retard minimal durant 1 heure
- Critère 6 : Débit minimal de piétons
- Critère 7 : Débit minimal d'écouliers

N'importe lequel de ces critères peut justifier l'installation de feux de circulation et, par exemple, un débit véhiculaire de 1 500 véhicules sur une heure suivant une direction principale et de 100 véhicules sur une heure sur l'autre direction.

² Signalisation routière, tome V, volume 2, Normes ouvrages routiers, Québec Ministère des transports.

De même, un débit de 110 piétons à l'heure justifie l'utilisation des feux. Dans ce dernier cas, il faut aussi installer des feux de piétons.

Par contre, le panneau d'arrêt est envisagé lorsque plusieurs (6) conditions sont satisfaites et que son utilisation est justifiée par l'une ou l'autre des 3 situations suivantes :

- Lorsque le taux d'accidents est supérieur au taux critique d'accidents (ou lorsqu'il y a plus de 4 accidents par an sur une période de 3 années).
- Lorsque le débit total moyen de véhicules est de 500 véhicules par heure pour une tranche de 8 heures et que le débit moyen combiné de piétons et de véhicules en provenance de la route secondaire est d'au moins 200 unités par heure.
- Lorsque le conducteur d'un véhicule arrêté à l'une des approches est incapable de voir un véhicule sur la route transversale (à une distance équivalente de 8 secondes).

Ces conditions et ces critères font donc bien ressortir la différence fondamentale entre le VDFR et le virage à droite à un arrêt, cette différence étant causée par le débit élevé d'automobiles et/ou de piétons utilisant l'intersection où le VDFR est permis.

3.3 Fréquence de la manœuvre

Dans une journée, la possibilité de faire un VDFR est minime et c'est pour cette raison que les économies de temps sont quotidiennement très faibles. La première raison est qu'un conducteur tourne quand même rarement à droite. En effet, les résidents des régions pilotes ont révélé, dans les sondages, faire en moyenne deux virages à droite pour se rendre à leur occupation principale.

Lorsque l'on doit tourner à droite, la possibilité de le faire sur feu vert est nettement plus grande que de le faire sur feu rouge. Ainsi, l'étude de Mullowney (1984) au New Jersey indique que, de tous les véhicules effectuant un virage à droite, 26% des véhicules arrêtés font un VDFR et 11% des véhicules en approche peuvent le faire. Cette étude confirme celle de l'AASHTO (1979), qui note qu'en moyenne 23% de tous les véhicules tournant à droite le font sur feu rouge.

Une étude plus récente de l'ITE (1992), montre que sur 13 861 observations de véhicules tournant à droite, 60.8% le font sur feu vert et 39.2% sur feu rouge. Lorsque les conducteurs ont manqué le feu vert, il y a plusieurs raisons qui peuvent les empêcher de gagner quelques secondes en tournant sur le rouge. En effet, dans les observations de l'ITE (1992), l'opportunité de tourner à droite sur feu rouge s'est présentée pour 5 687 conducteurs dont 2 007 (35.3%) n'ont pas fait le VDFR pour les raisons suivantes :

- 12.6% ont choisi de ne pas le faire probablement par manque de visibilité, ou par manque d'attention du conducteur,
- 58.1% étaient bloqués par des véhicules en avant dans la ligne, car lorsqu'il n'y a pas de voie réservée pour tourner à droite, les véhicules sont bloqués par ceux qui continuent tout droit,
- 21.5% étaient bloqués par les véhicules de la voie transversale, et
- 7.8% étaient bloqués par les piétons.

4 AVANTAGES/INCONVÉNIENTS

Une revue de la littérature et de la documentation a permis de recueillir les avantages et les inconvénients reliés à la manœuvre du VDFR. Ainsi, le Tableau 4-1 résume les arguments favorables et défavorables au VDFR qui sont commentés plus bas.

Tableau 4-1: Avantages et inconvénients de l'implantation du VDFR

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Économie de temps - Réduction de la consommation d'essence - Réduction de la pollution atmosphérique - Uniformisation avec le reste de l'Amérique du Nord. - Dégagement des intersections et de la voie de droite. - Réduction des bouchons de circulation. - Meilleure circulation. - Diminution de l'impatience des gens. 	<ul style="list-style-type: none"> - Détérioration de la sécurité. - Procédure à suivre est mal connue. - Procédure souvent pas respectée (arrêt incomplet et ligne d'arrêt pas respectée). - Perte de crédibilité du feu rouge qui aurait une double signification. - Augmentation de la signalisation aux intersections. - Violation de la signalisation. - Règle d'interdiction de tourner à droite lorsque le feu pour piéton est allumé mal comprise ou suivie. - Coût supplémentaire pour signalisation, campagne d'information et de sensibilisation, surveillance policière et analyse de sécurité. - Pertes de temps des autres usagers. - Impossibilité de retour en arrière. - Les handicapés visuels auraient des difficultés à reconnaître le début de la phase verte à cause du bruit des véhicules qui tournent à droite et qui masquent le bruit des véhicules de la voie adjacente

4.1 Avantages

4.1.1 Économie de temps

L'analyse critique de la documentation réalisée par Dussault (1992) rapporte que 6 études sur les 51 documents répertoriés présentent une analyse d'économie de temps sur le terrain. L'économie moyenne de temps réalisée par le VDFR, qui varie en fonction de l'étude et des hypothèses posées, est présentée au Tableau 4-2 se situe entre 3 et 15.6 secondes.

Tableau 4-2 : Économies de temps répertoriées dans l'étude de Dussault

Auteur	État	#int	Pointe	Hors Pointe	Moyenne
AASHTO (1979)	---	33	---	---	5,5 sec
Chang et al. (1977b)	Michigan	3	8,8 sec	16,2 sec	---
		Int.1	---	---	15,6 sec
		Int.2	---	---	6,7 sec
		Int.3	---	---	14,4 sec
May (1974)	Indiana	12	---	---	7,1 sec
Parker (1976)	Virginia	15	---	---	14,1 sec
McGee (1976a)	3 états	18	4,3	5,2 sec	4,6 sec
Mullowney (1984)	New Jersey	5	---	---	3,0 sec

Selon l'étude de l'AASHTO (1979), le temps moyen sauvé est de 6 secondes par VDFR lorsqu'il y a une voie réservée pour tourner à droite et de 5 secondes lorsqu'il n'y en a pas.

En moyenne, selon l'étude de McGee (1976), le gain de temps pour chaque véhicule effectuant un VDFR est de 4.5 secondes, soit 1.3, 4.2 et 7.7 secondes pour les zones urbaines, suburbaines et rurales respectivement. On note que la plus faible réduction de délai est observée en milieu urbain. La fréquence et l'économie de temps du VDFR sont moindres en milieu urbain, étant donné la densité de la population véhiculaire et piétonne.

Les délais présentés dans l'étude de Mullowney (1984) ont été observés en abolissant le VDFR à des intersections où il était permis auparavant. Les intersections ont été choisies dans les zones du centre-ville, urbaines, banlieues et rurales où il y a différents niveaux de trafic piétonnier en période de pointe et hors pointe. Les économies de temps sont de 3 secondes par véhicule arrêté par intersection et de 1.4 seconde par véhicule en approche par intersection avec un niveau de confiance de 95%. Toutefois, selon Mullowney (1984), l'économie de temps n'a pas de valeur, à moins qu'elle ne soit assez longue pour permettre à un individu d'exécuter une action utile et désirable. Ainsi, ces économies de temps ne seraient pas des bénéfices, car elles sont non-cumulatives. En effet, qu'est-il possible de faire d'une quinzaine de secondes de plus par jour?

Étant donné le nombre de feux de circulation et de véhicules qui a augmenté, la technologie de contrôle des feux qui a changé et l'utilisation de systèmes de transport intelligents, les économies de temps réalisées par le VDFR sont possiblement moindres que lorsque ces études ont été réalisées. Il est intéressant de noter que le rapport de Deluc (1987), qui est pourtant favorable à l'implantation du VDFR, rapporte que l'optimisation des feux de circulation rendrait les gains du VDFR négligeables: « **Advenant que ces interventions soient effectuées, les bienfaits de la pratique du virage à droite sur feux rouges deviendraient négligeables** ».

On peut facilement vérifier si l'ordre de grandeur de 15 secondes gagnées par le VDFR est raisonnable par de simples hypothèses. Dans un premier temps, je ne crois pas qu'un conducteur effectue plus de deux virages à droite dans un trajet normal. Si c'est le cas, c'est possiblement que des sens uniques ou des circonstances exceptionnelles, tels des travaux par exemple l'y obligent. Sinon, ce conducteur devrait sans doute étudier ses trajets, puisqu'il a tendance à tourner en rond.

En considérant des cycles égaux des signaux lumineux, on peut aussi croire que le conducteur a une chance sur deux d'arriver à son virage alors que le feu est rouge et une chance sur deux d'y arriver alors que le feu est vert.

Ainsi, en moyenne, un conducteur pourra, environ une fois sur deux, être en position d'effectuer un VDFR. Si c'est le cas et qu'il est le premier de la file, il pourra possiblement sauver quelques secondes si la circulation sur la rue adjacente et l'absence de piétons le permet. En effet, les observations montrent que la grande majorité de ceux qui effectuent un VDFR sont en position de tête de file.

Étant donné qu'un feu dure en général 30 secondes, on voit bien qu'il serait difficile, s'il y a la moindre circulation, de gagner en moyenne plus que 15 secondes par jour grâce à cette manœuvre.

Même si je crois personnellement que cette valeur est difficilement réalisable, pour les raisons citées plus loin en 4.2.2, j'utiliserai pour l'analyse subséquente le scénario le plus optimiste, c'est-à-dire celui où tous les usagers font un gain de 15 secondes par jour.

4.1.2 Réduction de la consommation d'essence

Aux États-Unis, selon les études répertoriées par Dussault (1992), trois auteurs (Mullowney, Forrest, McGee) semblent converger vers une réduction de 0.15% de la consommation totale d'essence, ce qui correspond à un ordre de grandeur de 200 millions de gallons US, soit 757 millions de litres par année.

Quand à lui, le rapport Deluc (1987) utilise l'estimé de l'AQTR de 0.5%, pour une économie totale de 11.2 millions de litres, soit 3.5 litres par automobiliste par année. Cependant, le Livre Vert préparé par le gouvernement du Québec (1999) explique clairement la non-validité des rapports Deluc. En effet, le nombre de feux de circulation est passé de 3 000 à 5 870, le nombre de véhicules a augmenté, le rendement énergétique des véhicules a augmenté et la technologie des feux a changé.

Une étude de Ressources Naturelles Canada sur la marche au ralenti d'un moteur, qui tient compte de la cylindrée des moteurs et de leur proportion sur les routes canadiennes, a révélé que 322 564 litres par minute étaient consommés par 14 087 331 véhicules. Ainsi, si 15 secondes étaient sauvées par jour pour les 4 073 534 véhicules automobiles routiers immatriculés au Québec, 8.51 millions de litres seraient économisés par année, donc environ 2 litres par an pour chaque véhicule. Même si ce chiffre semble très impressionnant, il ne représente qu'environ 0.11% de la consommation totale de carburant de 7.55 milliards de litres. On constate donc que le calcul réalisé avec les chiffres plus récents de Ressources Naturelles Canada arrive à un résultat se rapprochant à celui des études américaines.

Il faut noter que ces évaluations sont relativement imprécises, mais, de toute façon, le gain semble négligeable pour chaque individu. Un gain plus important pourrait être obtenu de bien d'autres manières qui augmenteraient la sécurité de tous les usagers. Nous en reparlerons plus loin, mais, en attendant, on peut observer que plusieurs automobilistes ne semblent pas se préoccuper de quelques litres d'essence, sinon ils n'achèteraient pas des véhicules à haute consommation d'essence, ralentiraient, entretiendraient mieux leur voiture et ne laisseraient pas tourner leur moteur au ralenti inutilement.

4.1.3 Réduction de la pollution

Un autre avantage possible du VDFR est la réduction de la pollution. En effet, avec les chiffres de la FHA (Federal Highway Administration) du Tableau 4-3 utilisés par Mullooney (1984), sauver 6,2 millions d'heures en implantant le VDFR, soit 15 secondes par jour pour les 4 073 534 véhicules immatriculés du Québec, diminuerait les émissions de 6 820 tonnes de monoxyde de carbone, de 453 tonnes d'hydrocarbure et de 143 tonnes de NO_x.

Tableau 4-3: Émission de polluants au ralenti

Polluant	Quantité (Kg/1000 heures)
CO	1100
HC	73
Nox	23

Chaque litre d'essence brûlé produit environ 2,4 kg de dioxyde de carbone³. Ainsi, une économie de 8.51 millions de litres de carburant permettrait de réduire les émissions de 20 425 tonnes de dioxyde de carbone. Selon les chiffres de Ressources Naturelles Canada, sur l'ensemble des gaz à effet de serre, le dioxyde de carbone représente la majorité des émissions en 1998, avec 64,12 mégatonnes pour le Québec. Le principal participant aux émissions du secteur de l'énergie est le secteur des transports, qui représente 33,7% des émissions. Ainsi, le VDFR ferait économiser à la province environ 0.095% des émissions reliées au transport et 0.032% des émissions totales, ce qui semble négligeable.

4.1.4 Uniformisation

Partout en Amérique du Nord, sauf au Québec et dans la ville de New York où le VDFR est autorisé si une signalisation le permet, le VDFR est généralement permis. Par contre, dans plusieurs autres pays, cette manœuvre a été rejetée, ainsi que par la convention de Vienne sur la sécurité. On peut donc reprendre cette phrase de Dussault (1992): « Ce n'est pas le Québec qui est l'exception de l'Amérique du Nord, c'est l'Amérique du Nord qui fait exception au reste du monde ». L'uniformisation n'est donc pas un avantage pour justifier l'implantation du VDFR, car il y a aussi un manque d'uniformisation quant à l'utilisation des kilomètres plutôt que des miles, du port de la ceinture de sécurité, de l'illégalité des détecteurs de radar, etc. Ces différences selon l'état ou la province ne semblent pas avoir posé de problèmes jusqu'à maintenant. Même si quelques touristes font le VDFR, cela changera-t-il quelque chose à nos vies?

4.2 Inconvénients

4.2.1 Détérioration de la sécurité

La manœuvre du VDFR, comme toutes les manœuvres impliquant des véhicules, des piétons et des cyclistes, présente un certain risque de conflit et de collision. Le VDFR cause un conflit lorsqu'il y a interaction entre n'importe quel usager de la route et le

³ Ressources Naturelles Canada, marche au ralenti

véhicule tournant à droite. Il existe différentes envergures de conflit, allant du conflit mineur au conflit majeur et même à la collision. Un conflit mineur est, par exemple, un piéton qui doit attendre ou contourner une voiture qui empiète sur le passage piétonnier. Un conflit majeur se rapproche plus de la situation d'accident et est, par exemple, un autre véhicule qui doit arrêter, accélérer, ralentir ou dévier sa trajectoire lorsqu'il traverse l'intersection pour éviter le véhicule effectuant un VDVR. Les conflits existaient bien avant l'introduction du VDVR, cependant il se pourrait qu'une telle manœuvre ait amplifié le problème.

Parfois, le résultat d'un conflit peut se traduire par une collision. Les figures 4-1 à 4-5 montrent les principaux types de collisions qui sont causées par le VDVR. La collision de la Figure 4-1 peut se produire, par exemple, lorsque le conducteur effectuant un VDVR évalue mal le temps nécessaire pour tourner. Lorsqu'il y a un feu vert prioritaire aux véhicules tournant à gauche, la collision représentée sur la Figure 4-2 peut survenir. La Figure 4-3 montre la principale cause de collision avec un piéton. En effet, lorsque le conducteur regarde à gauche pour trouver un trou dans le trafic, souvent il ne regarde pas à droite avant de tourner et peut heurter le piéton qui traverse sur son feu vert. Le tête-à-queue représenté sur la Figure 4-4 peut se produire si la voiture en avant hésite et freine brusquement. La Figure 4-5 ainsi que la Figure 4-6 montrent deux des principaux types de collisions qui peuvent survenir. Elles montrent aussi que la délinquance des cyclistes qui roulent à contre-sens est l'une des principales causes de collisions avec un véhicule effectuant un VDVR.

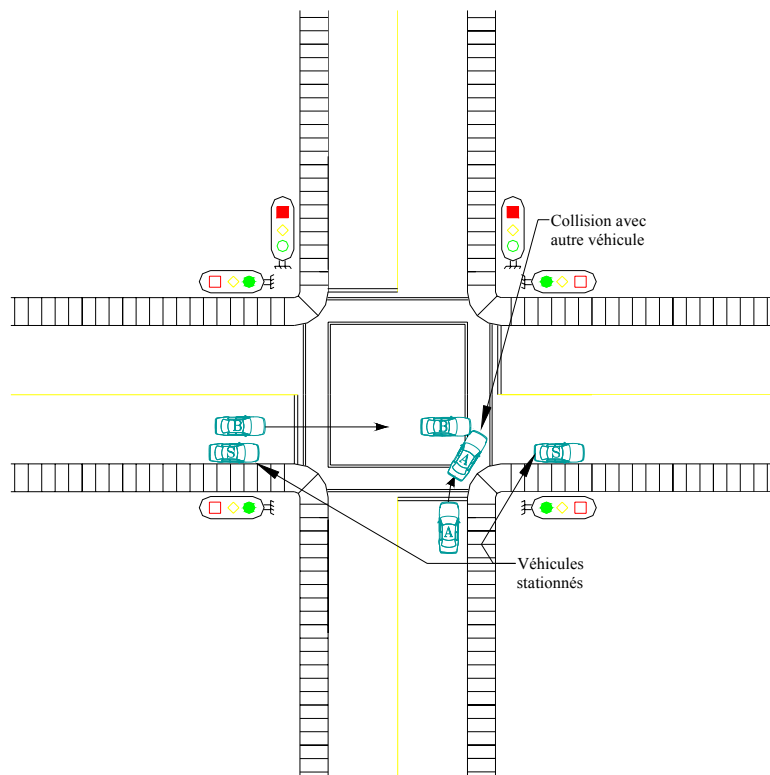


Figure 4-1: Collision au Virage

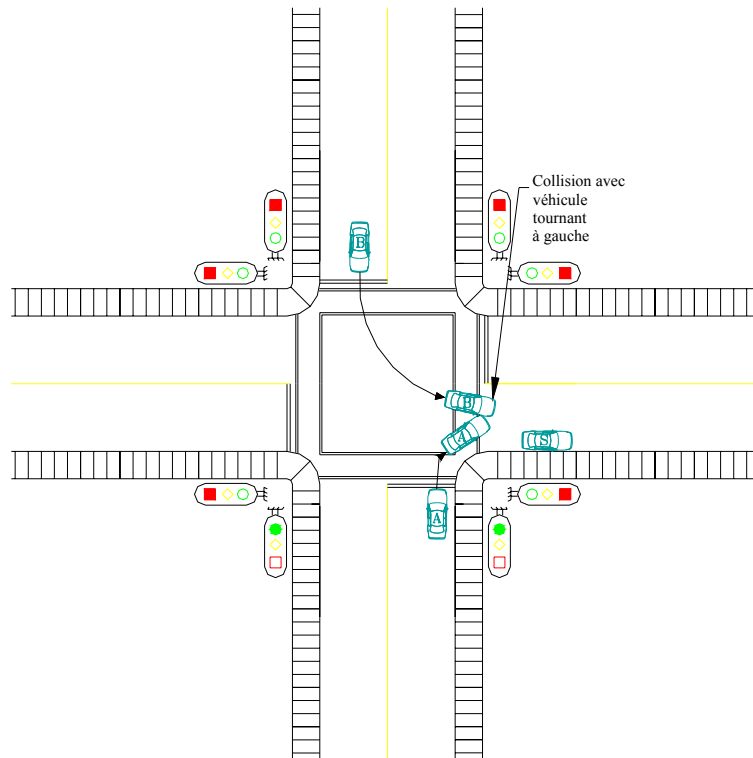


Figure 4-2: Collision lors d'un virage protégé

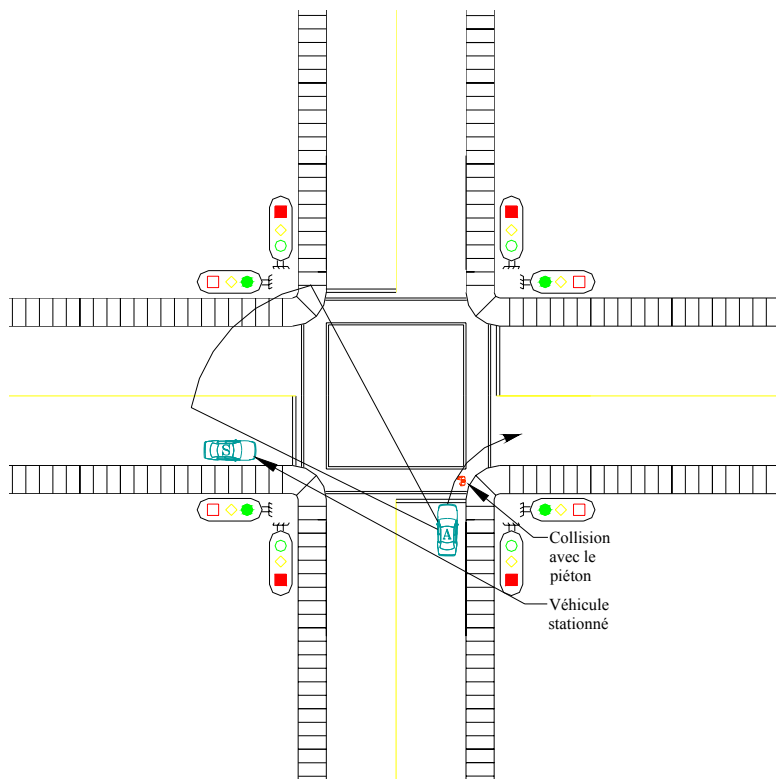


Figure 4-3: Collision avec piéton

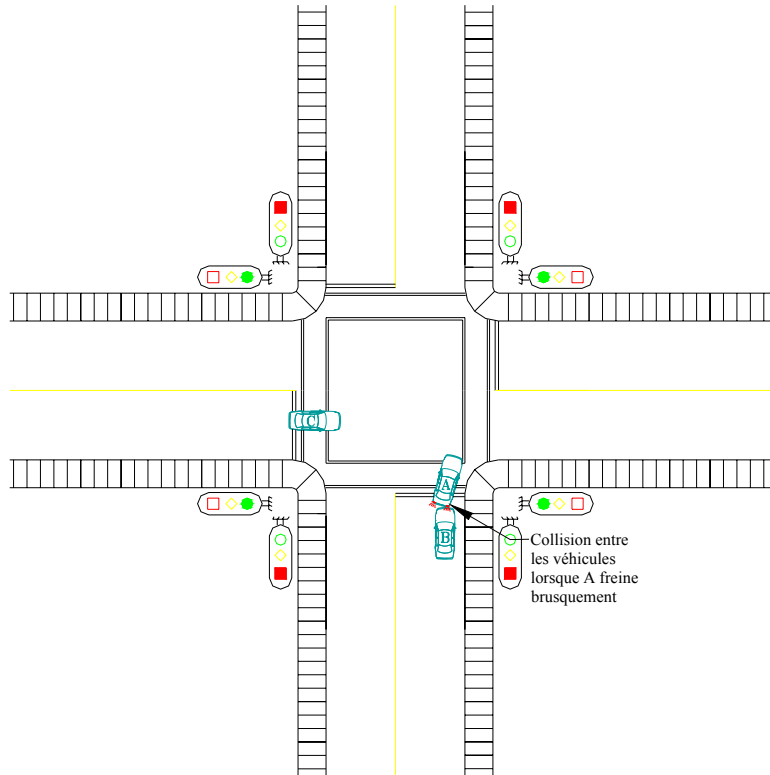


Figure 4-4: Collision entre véhicules tournant sur feu rouge

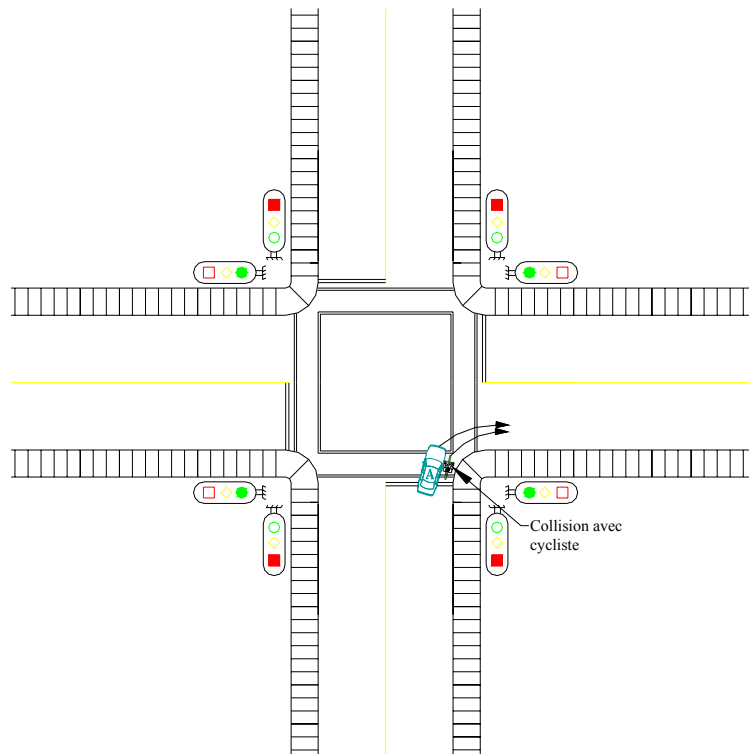


Figure 4-5: Collision avec cycliste

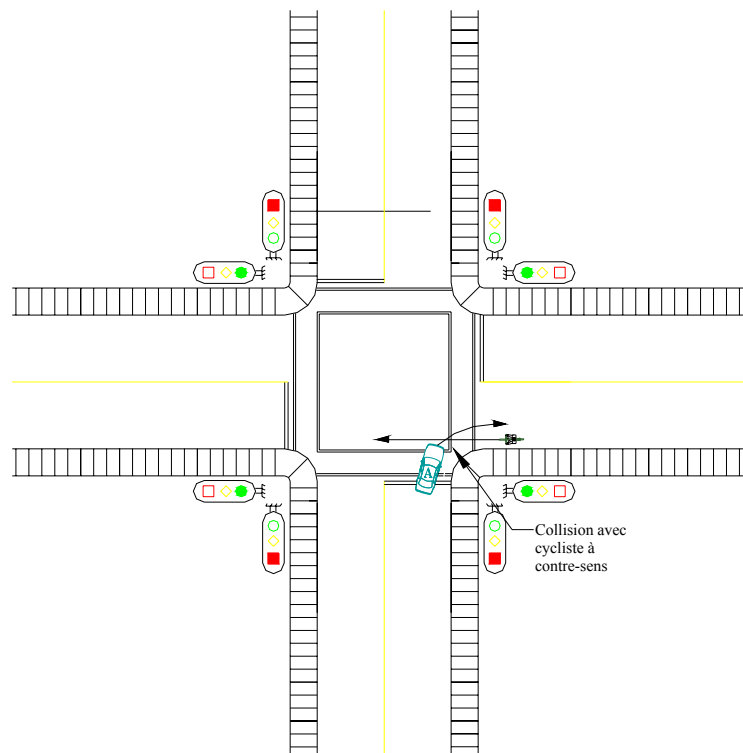


Figure 4-6: Collision avec cycliste à contre-sens

Lyon (2001) a réalisé une étude sur le VDPR à Toronto prenant comme échantillon 3 051 collisions avec des piétons, dont 2 410 en 1998 et 641 en 1999. C'est aux intersections qu'il y a le plus de collisions avec 53% de toutes les collisions véhicules-piétons. Au Tableau 4-4, qui présente les collisions par types, on note qu'un pourcentage (10.3%) élevé des collisions impliquent un virage à droite.

Tableau 4-4: Types et fréquence des collisions véhicules-piétons à Toronto

Type de collision	Fréquence relative
Véhicule tournant à gauche à une intersection	16.5%
Véhicule tournant à droite à une intersection	10.3%
Véhicule continuant à une intersection	18.3%
Piéton immobile	7.0%
Piéton pas sur la route	16.8%
Marchant sens ou sens contraire du trafic	2.9%
Véhicule frappe piéton entre deux intersections	23.6%
Véhicule frappe piéton à un passage piétonnier	4.5%
Total	100%

Le Tableau 4-5 montre que la majorité des collisions se produisent lorsque les piétons ont la priorité de passage (42.9%) avec un conducteur qui effectue un VDPR. Ceci peut s'expliquer par le fait que le piéton s'avance, car il a le feu vert, donc la priorité, et qu'il voit le véhicule arrêté. Cependant, le conducteur du véhicule qui est arrêté est concentré à trouver un trou dans la circulation et ne regarde pas les piétons. Ainsi, le conducteur qui n'a

pas vu le piéton est aussi surpris que le piéton qui croyait que le véhicule était immobilisé lorsque la collision est arrivée. On peut déterminer, avec le Tableau 4-5, que dans 97.6% des cas de virage à droite, les piétons avaient le droit de passage, ce qui démontre bien que les automobilistes ne respectent pas la priorité des piétons.

Tableau 4-5: Types et fréquence de collisions lors des virages à droite

Type de collision	Fréquence relative
VDFR lorsque le piéton traverse <u>avec droit de passage</u> en venant de la gauche ou de la droite.	42.9%
VDFR lorsque le piéton traverse sans le droit de passage dans l'approche adjacente	1.2%
VDFV lorsque le piéton traverse <u>avec le droit de passage</u> (approche adjacente)	32.9%
VDFV lorsque le piéton traverse sans le droit de passage (approche adjacente)	1.2%
Piéton traversant <u>avec le droit de passage</u> à un panneau d'arrêt pendant que les véhicules tournent à droite d'une rue majeure.	21.8%
TOTAL	100%

Compton (1994) a utilisé, pour son étude avant/après l'introduction du VDFR, les données des états de l'Illinois, de l'Indiana, du Maryland et du Missouri, pour conclure qu'étant donné que le nombre d'accidents est petit l'impact du VDFR sur la sécurité routière est aussi petit. Les collisions impliquant un VDFR ne représentent en effet qu'une faible proportion du nombre total de collisions (0.05%). Par ailleurs, il conclut que les piétons et les cyclistes sont impliqués dans 22% de toutes les collisions causées par un VDFR. De plus, il conclut que dans 93% des collisions impliquant un VDFR, les résultats sont des blessures et que dans 1% des cas le résultat est un décès. Environ la moitié (48.2%) des cyclistes impliqués dans une collision ont moins de 16 ans et 0.2% de tous les décès de piétons et de cyclistes sont causés par le VDFR.

Le « ITE technical council committee » (1992) a utilisé comme site d'étude 50 intersections en milieux rural et urbain dans les états du Michigan, de la Floride, du Maryland, du Connecticut et de l'Arizona pour étudier les différents conflits causés par le VDFR. L'étude conclut que sur 5 436 véhicules qui tournent à droite sur feu rouge, 66.3% des VDFR se sont faits sans conflit, 29.1% ont laissé passer le trafic transversal et que, dans moins de 5% des VDFR, il y a présence de piétons. Dans 28.6% de ces 5%, les piétons laissent passer les véhicules, alors que dans 71.4% des cas ce sont les véhicules qui laissent passer les piétons. On a observé que l'une des principales causes de conflit est la non-conformité de la manœuvre. En effet, 5 424 véhicules tournant à droite sur feu rouge ont été observés et divisés en 4 catégories : arrêt volontaire, arrêt forcé, arrêt incomplet et pas d'arrêt. On qualifie un arrêt d'incomplet lorsque les roues du véhicule ne cessent pas totalement de tourner avant que le conducteur ne se remette à accélérer. Parmi les 59.6% qui font un arrêt complet, 31.5% font un arrêt volontaire et 28.1% font un arrêt forcé. De plus, 40.4% des conducteurs ne font pas un arrêt complet, dont 29% qui font un arrêt incomplet et 11.4% qui ne font pas d'arrêt du tout. Ainsi, des 3 902 véhicules qui n'ont pas été forcés de faire un arrêt complet, 2 196 ou 56.2% ne l'ont pas fait.

Les résultats de l'étude de Preusser (1981) montrent une augmentation significative du nombre de collisions avec cyclistes et piétons impliquant un véhicule tournant à droite après l'introduction de la « Western Rule ». Ces augmentations sont : 43% pour les piétons et 92% pour les cyclistes dans l'état de New York, 107% pour les piétons et 72% pour les cyclistes au Wisconsin, 57% pour les piétons et 80% pour les cyclistes en Ohio et 82% pour les piétons en Nouvelle-Orléans. Le VDFR représente de 1% à 3% de toutes les collisions avec piétons et cyclistes.

L'auteur note quatre types de collisions, qui sont présentés à la Figure 4-7. Le plus fréquent est le VDFR-droite[2] avec 67% des collisions de piétons. Pour les types VDFR-droite[2] et VDFR-gauche[3], les piétons traversent sur feu vert et sont dans certains cas protégés par un feu pour piéton. Dans bien des cas, les automobilistes n'ont pas vu le piéton, car ils cherchaient vers la gauche un trou dans le trafic. Quant à eux, les piétons, qui ont le feu vert, voient la voiture arrêtée et traversent la rue en ne croyant pas que la voiture va s'avancer et les percuter. Cette observation pour le type de collision impliquant un piéton est d'ailleurs confirmée par l'étude de Lyon à Toronto. Pour les cyclistes, 75% des collisions étaient du type VDFR-droite, c'est-à-dire avec des cyclistes qui allaient dans le sens contraire de la circulation normale. Preusser note des augmentations d'accidents de 6.2 accidents avec piétons/mois/million d'habitants et de 5.4 accidents avec cycliste/mois/million d'habitants. L'auteur suggère des contre-mesures qui rendraient l'implantation du VDFR plus sécuritaire. Premièrement, il note qu'il faudrait éduquer les cyclistes, car le principal problème du VDFR avec les cyclistes provient des cyclistes circulant du mauvais côté de la route. Il propose aussi d'éduquer les piétons à rechercher des indices (clignotant, conducteur regardant à gauche) pour les aider à déterminer si le conducteur va effectuer un VDFR. Malheureusement, il faut ajouter que cette dernière contre-mesure proposée par l'auteur représente certains problèmes pour les handicapés visuels et va à l'encontre du principe de priorité des piétons sur feu vert. Preusser ajoute qu'il est cependant impossible d'éduquer les automobilistes, dont l'intellect est déjà fortement sollicité par cette manœuvre.

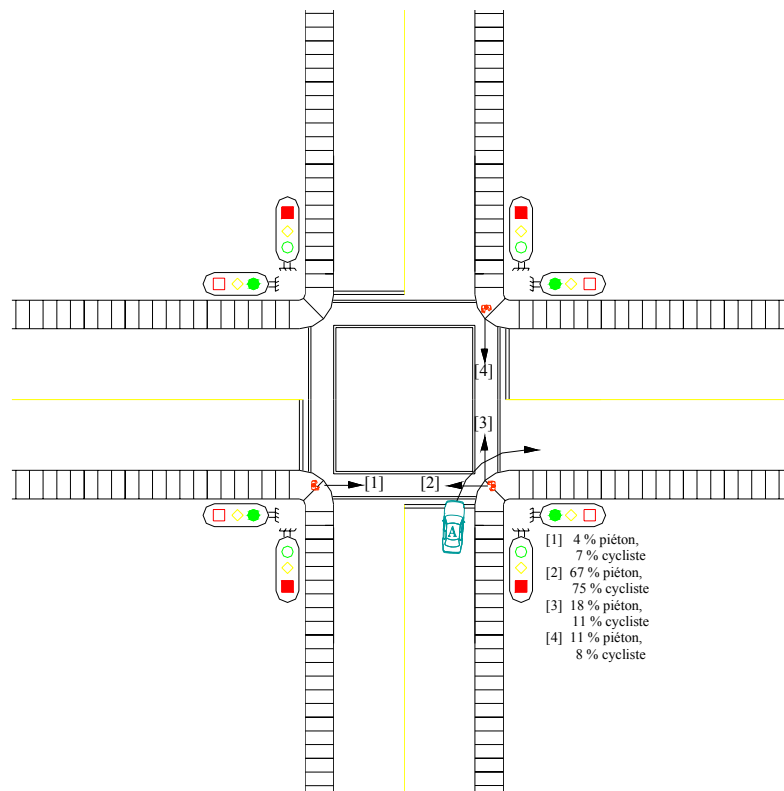


Figure 4-7: Collision piéton et cycliste

Dussault (1992) dans son analyse a répertorié 51 titres, dont 9 études originales qui traitent de la détérioration de la sécurité. 6 de ces 9 titres ont été retenus par Dussault, car ils comportaient une étude comparative avant/après l'introduction du VDFR. Après l'intégration des statistiques, Dussault conclut que le VDFR a eu les impacts suivants : hausse significative du nombre total de collisions liées au virage à droite de l'ordre de 9.4%, hausse significative du nombre de victimes piétons liées au virage à droite de l'ordre de 44.2% et hausse significative du nombre de victimes cyclistes liées au virage à droite de l'ordre de 58.6%.

4.2.2 Perte de temps des autres usagers

Malgré que l'on puisse admettre que tous les usagers de la route qui font un VDFR gagnent un certain temps, de l'ordre de 15 secondes par jour, il faut voir que la majorité des autres usagers de la route perdent du temps. En effet, les piétons qui cèdent le passage aux automobilistes même s'ils ont la priorité, les usagers de la rue transversale qui doivent freiner ou ralentir lorsqu'ils se font couper le chemin par des véhicules effectuant leur VDFR, les voitures qui sont sur la rue où le feu est rouge mais qui n'utilisent pas la voie de droite pour la laisser libre aux usagers qui désirent faire un VDFR et, finalement, ceux qui sont accidentés et les autres usagers de la route qui sont dans la zone de congestion de l'accident perdent tous du temps.

Selon l'étude de Mullowney (1984), les piétons ont eu des pertes de temps à cause du VDFR, 5% (53/986) des piétons ont été obligés de ralentir, ont hésité, ont changé de

chemin ou ont arrêté. Bien que ce problème soit présent et observable, il n'est malheureusement quantifié dans aucune étude.

Ces pertes de temps sont évidemment difficiles à évaluer, mais si on les considérait on se rendrait compte que le gain net de 15 secondes par véhicule par jour proposé par certains auteurs n'est sans doute pas réalisable et on peut même se demander si une économie totale de temps est réalisable.

4.2.3 Perte de crédibilité du feu rouge

Certains auteurs considèrent que le VDFR est une manœuvre illogique. Premièrement, le code de la sécurité routière oblige les automobilistes à s'arrêter face à un feu rouge. Ensuite, on permet une pratique qui consiste à tourner à droite sur feu rouge pour de nouveau l'interdire à environ 20% des intersections.

Le virage à droite sur feu rouge a amené le virage à gauche au feu rouge aux intersections en T formées de deux sens uniques dans la plupart des états (43/50) et dans quelques provinces canadiennes. Le virage à droite sur feu rouge amena aussi le « Trough on red » dans l'état de l'Indiana, c'est-à-dire le tout droit sur feu rouge, qui fut rapidement enlevé à cause des dangers évidents que cette manœuvre présente et des collisions qu'elle a causées.

4.2.4 Augmentation de la signalisation

Les automobilistes ont de la difficulté à porter attention à la signalisation lorsqu'elle est trop abondante et ils s'habituent à la signalisation existante et finissent par ne plus la remarquer.

L'étude de Mallowney (1984) indique que deux mois après que des interdictions aient été installées, 6% des virages à droite des véhicules arrêtés étaient encore faits sur le feu rouge, alors que 2% étaient faits par des véhicules en approche. Ce pourcentage est quand même plus élevé que celui observé où le virage à droite a toujours été interdit (1.5% pour arrêtés et 0.3% en approche). On peut donc dire qu'en général une nouvelle signalisation est vite remarquée.

4.2.5 Violation de la signalisation

L'étude de Zegeer (1985) indique que 3.7% des manœuvres du VDFR ne respectent pas la signalisation l'interdisant et que 21.9% de ceux qui ont l'opportunité de faire un virage à droite sur un feu rouge ne respectent pas la signalisation qui l'interdit. Zeeger rapporte de plus que 23.4% des violations résultent en un conflit avec un autre véhicule ou un piéton.

4.2.6 Coût

L'instauration de la manœuvre du VDFR engendre quelques dépenses. Premièrement, une expertise technique doit être réalisée pour développer les critères d'évaluation des intersections et étudier les intersections où l'application n'est pas évidente, notamment pour déterminer les intersections où le VDFR sera interdit. De plus, une campagne de sensibilisation et d'information doit être faite auprès de la population. Des coûts sont aussi reliés à l'installation et à l'entretien de la signalisation à 20% environ des intersections, ainsi qu'à la surveillance policière.

5 CRITIQUE DES ÉTUDES PAR CLÉMENT

Après l'introduction du VDFR de manière généralisée aux Etats-Unis, des études originales ont été réalisées sur le sujet. D'après Dussault (1992), plusieurs de ces études, auxquelles j'ai fait référence au chapitre précédent, seraient inadéquates et leurs résultats faussés par des défauts de méthodologie. À la décharge des auteurs, on doit noter que ces études datent toutes d'une vingtaine d'années, période où les méthodes d'analyses statistiques n'étaient pas aussi développées qu'aujourd'hui. De toutes façons, il n'est pas question pour moi de porter un jugement sur les auteurs, mais uniquement sur la validité de leurs études. N'étant pas moi-même statisticien, j'ai demandé à mon collègue le professeur Bernard Clément, Ph.D., du département de mathématiques et de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal, de compléter une analyse critique de ces études originales.

Ainsi, le professeur Clément conclut dans son rapport présenté à l'Annexe A:

«Plusieurs éléments doivent être tenu en compte afin d'interpréter à leur juste valeur toutes les études d'impact du VDFR sur la sécurité. Ces éléments concernent le choix des variables à mesurer, le plan de collecte des données, le choix d'un groupe contrôle pour effectuer les comparaisons, la qualité des données obtenues, l'agrégation de différentes sources de données, l'utilisation correcte des méthodes statistiques d'analyse et finalement l'interprétation des résultats. Les considérations générales sur les études statistiques, en général, et les études VDFR, en particulier, doivent servir de toile de fond pour apprécier les résultats.

Un accident impliquant un véhicule et un piéton à un carrefour muni de feu de signalisation est un événement qui fait intervenir plusieurs variables. Sans faire une liste exhaustive notons : le conducteur (âge, sexe, expérience,...), le piéton (âge, sexe, état,...), le véhicule (type, état mécanique ,...), le lieu (type de route, géométrie des lieux, ...), la .densité de trafic, le moment de la journée et de la semaine, etc. Dans notre cas nous ajoutons le facteur principal de l'étude qui est le VDFR (oui, non). Tous les facteurs précédents forment la liste des variables explicatives et on veut connaître si le facteur VDFR a un effet statistiquement significatif sur la variable de réponse qui est le nombre d'accidents dans les virages à droite et la gravité de l'accident (mortalité, blessures graves, blessures légères, dommages matériels). Cela doit se faire tout en " contrôlant " les autres facteurs secondaires. L'utilisation de groupes contrôle est un des moyens privilégiés pour établir l'influence réelle ou non du VDFR car l'unité statistique (le carrefour à feux de signalisation dans notre cas) est mesurée 2 fois dans une espace de temps suffisamment court.

L'intégration de plusieurs sources de données obtenues à l'aide d'observations, comme les données d'accidents présente toujours un problème potentiel important de sources de variabilité non contrôlée. La

méthode statistique de meta analyse (intégration de plusieurs études statistiques) ne vient pas éliminer l'impact de ces sources de variabilité non contrôlée. L'application de la méthode de meta analyse est plus appropriée dans le cas où les données proviennent d'études expérimentales dans lesquelles les sources de variabilité sont nettement mieux contrôlées que dans les études observationnelles.

Les études sont basées sur des données obtenues à partir des rapports d'accidents aux intersections à feux de circulation. Le rapport d'accident indique **seulement** que le VDVR était permis à l'intersection. Il ne distingue pas si le feu était vert ou si le feu était rouge au moment de l'accident. Donc les chiffres du nombre d'accidents inclut aussi les accidents alors que le feu était vert (VDFV). Le nombre d'accidents avec virage à droite (VD) est une **mesure indirecte et imparfaite** de l'impact du VDVR.

Toute différence entre le nombre d'accidents VD **après** l'introduction du VDVR et le nombre d'accidents **avant** l'introduction du VDVR ne peut pas être exclusivement et complètement attribuée au VDVR. D'autres facteurs peuvent avoir une influence sur le nombre du nombre d'accidents. Par exemple des changements de signalisation dans les environs d'un carrefour à feux peut entraîner une augmentation significative du trafic, du nombre de virage à droite et finalement du nombre d'accidents.

Le nombre d'accidents impliquant les piétons et les cyclistes est **relativement petit**. Une légère augmentation en valeur absolue se traduira par une grande augmentation en pourcentage (%).

Au terme de sa critique sur les études originales, le professeur Clément (2002) conclut généralement :

«aucune des études n'est parfaitement étanche à des critiques mineures au plan méthodologique ; plusieurs études présentent une carence méthodologique majeure comme l'absence d'un groupe contrôle ; ces carences ne sont pas le résultat d'intentions délibérées des auteurs concernés afin d'induire les lecteurs en erreur ; elles reflètent plutôt de la difficulté, en général, de conduire des études de type observationnel et d'établir des conclusions statistiques avec un coefficient de confiance élevé».

Finalement, Clément conclut de l'étude réalisée par la SAAQ :

«Il aurait été intéressant d'avoir beaucoup plus de détails sur les **blessés légers, leur nombre seul** ne permet pas d'apprécier justement l'importance des blessures».

«Il aurait été préférable de faire un tableau de comparaison AVANT vs APRÈS selon les 4 catégories GRAVITÉ ACCIDENTS. Les données d'accidents étaient disponibles

(SAAQ). La comparaison doit se faire avec la méthode empirique Bayes (EB). Le tableau des collisions pour la période considérée présente seulement les données à la fin de l'expérience pilote. Nous n'avons aucun moyen de comparer avec les données d'accidents avant l'implantation du VDFR à ces mêmes feux de signalisation. Le tableau soulève la possibilité d'avoir mal choisi certains feux parmi les 378 feux pour l'implantation d'un VDFR. Quelle est la distribution des 78 conflits selon les feux? Ainsi, l'expérience pilote aurait dû se prolonger sur plusieurs années pour deux raisons :

- cela aurait permis de recueillir une base de données suffisante pour l'application de la méthode EB;
- les conducteurs ont besoin d'une période de rodage au VDFR et les données sur le nombre d'accidents de la première année ne sont pas nécessairement représentatives de la tendance à long terme».

6 RÉSULTATS DES PROJETS PILOTES

6.1 Faits Saillants

Suite à une commission parlementaire, le gouvernement décida de l'implantation d'un projet pilote du VD FR. Vingt-six municipalités situées en Outaouais, en Abitibi-Témiscamingue, dans Lanaudière, au Saguenay-Lac-St-Jean et dans le Centre du Québec furent donc identifiées et le VD FR y fut permis pour une période d'une année à partir du 15 janvier 2001 jusqu'au 15 Janvier 2002. Toutefois, placé devant des résultats contradictoires, le Ministre des transports nouvellement nommé décida de poursuivre le projet pilote jusqu'à une date indéterminée.

Les résultats publiés dans le rapport « Regardez, Arrêtez, Tournez! » proviennent de 1 200 heures d'observations avec caméras vidéo situées sur 50 sites dans les municipalités participant au projet pilote et de la réalisation de 3 sondages téléphoniques auprès des résidents.

Les observations sur vidéo ont permis d'identifier les fréquences de chaque type de conflit entre conducteurs et autres usagers de la route. Ainsi, 4,1% des piétons qui voulaient traverser se sont trouvés en conflit avec un véhicule qui pouvait effectuer un VD FR. Pour les cyclistes, la proportion est de 3,5%, tandis qu'elle est de 0,3% pour les automobilistes. Le Tableau 6-1 montre, pour la période d'un an initiale du projet pilote, qu'un certain nombre de conflits se sont soldés par une collision.

**Tableau 6-1: Nombre de collisions dans les projets pilotes
du 15 Janvier 2001 au 15 Janvier 2002**

Régions Pilotes	Gravité				
	Mortels	Graves	Légers	Dommages Matériels	Total
Abitibi-Témiscamingue	0	0	7	9	16
Centre du Québec	0	0	4	10	14
Lanaudière	0	0	0	6	6
Outaouais	0	0	6	8	14
Saguenay-Lac-Saint-Jean	0	0	4	16	20
Total	0	0	21	49	70

Ces collisions ont provoqué un total de 23 blessés, dont 11 cyclistes, 7 conducteurs ou passagers d'un véhicule automobile et 5 piétons. De plus, des études ont été réalisées sur des circuits contenant au moins 5 intersections où le VD FR était permis, pour déterminer les économies de temps. Les résultats montrent que 55.2% des intersections permettaient des économies de temps statistiquement significatives et, en moyenne, que 10 secondes étaient économisées par le VD FR.

6.2 Perception de la population

En général, la population est très favorable à l'instauration du VDFR. En effet, un sondage⁴ réalisé auprès des résidents des villes visées par le projet pilote indique que la proportion d'opposants est stable à 15% environ. Parmi les 85% qui sont en accord, 63% appuient totalement la mesure, alors que 22% nuancent leur position, notamment en suggérant l'exclusion de Montréal. Pour les répondants n'habitant pas les régions pilotes, le pourcentage de personnes favorables n'est que de 59%.

Pourtant, la population semble mal informée sur le VDFR et principalement sur les avantages qu'il procure et, ainsi, les résultats de ces sondages d'opinions semblent découler d'une source d'information erronée. La population semble en effet aveuglée par le plaisir ressenti lorsque le virage est effectué et permet de sauver quelques secondes. En effet, un sondage⁵ réalisé en été 2001 auprès des résidents des zones pilotes croient qu'ils sauvent, par cette mesure, en moyenne 2.7 minutes par jour et 23% d'entre eux pensent avoir économisé de l'essence. Or, toutes les études réalisées sur le sujet indiquent que seulement quelques secondes sont économisées à chaque jour et que les économies d'essence sont imperceptibles (0,15%). Les résultats des sondages montrent donc que les automobilistes ont une vision optimiste du VDFR, ce qui peut expliquer pourquoi cette manœuvre est fortement appuyée et désirée par la population.

6.3 Étude des Statistiques de la SAAQ par Salvator Birikundavyi

Les données des accidents corporels des années 1997 à 2001 des régions VDFR et hors-VDFR ont été analysées par Birikundavyi (2002) pour déterminer l'incidence de l'implantation du VDFR sur la sécurité routière. La tendance entre 1997 et 2000 a été observée pour déterminer ce qui aurait eu lieu en 2001 sans l'introduction du VDFR.

Salvator Birikundavyi conclut donc dans son rapport, présenté à l'Annexe B :

- qu'une hausse relative des accidents corporels est observée en 2001 dans les régions VDFR par rapport à la tendance historique;
- que cette hausse affecte plus particulièrement les accidents hors intersections que les accidents aux intersections;
- le test d'homogénéité suggère que les changements ne sont pas significatifs à 95%;
- la méthode graphique suggère la même chose, sauf pour la hausse des accidents corporels hors intersections et la baisse des accidents avec cyclistes entre intersections;
- le nombre d'accidents avec piétons est resté stable par rapport à la tendance historique;
- les données sur les conducteurs impliquées ne permettent pas d'exploiter la méthode graphique. L'analyse de proportions sur ces données ne permet pas de conclure à un effet significatif du VDFR.

⁴ Évaluation du projet pilote « Virage à droite au feu rouge », SOM recherches et sondages, Novembre 2001.

⁵ Finn S., Évaluation du projet pilote « Virage à droite au feu rouge », Rapport d'étude, Léger Marketing, Septembre 2001.

Ainsi, le projet pilote du VDFR n'aurait pas eu une influence significative sur la sécurité routière au Québec. Par contre, on a observé dans les régions pilotes une augmentation du nombre de blessés. Cette augmentation serait due aux collisions entre voitures, car le nombre de cyclistes et piétons blessés n'a pas augmenté.

6.4 Projection à la grandeur du Québec

S'il y a eu 23 blessés légers durant l'année initiale du projet pilote pour 493 intersections, on pourrait penser, en utilisant une proportion directe, qu'il y aurait 162 blessés légers par année pour les 3 470 intersections du Québec, excluant la ville de Montréal. Selon les statistiques de la SAAQ, montrées au Tableau 6-2, la proportion d'accidents mortels par rapport aux accidents avec blessés légers est inférieure à 2%. Lyon (2001) rapporte d'ailleurs des pourcentages assez similaires à Toronto, où la distribution des décès serait de 1.3% et la distribution des piétons admis à l'hôpital serait de 11%. Toutefois, il est probable que le VDFR provoque des blessures plus légères que d'autres manœuvres comme, par exemple, le virage à gauche qui se passe à plus grande vitesse. **De toutes façons, la probabilité d'un décès causé par le VDFR, bien que faible, n'est pas à écarter.**

Tableau 6-2: Pourcentage des accidents mortels au Québec
pour les années 1997-2001 sur le nombre de blessés légers

	1997	1998	1999	2000	2001
Mortels	766 1.85%	685 1.69%	762 1.77%	765 1.66%	615 1.38%
Blessés légers	41 454	40 649	43 075	46 103	44 504

Par le même raisonnement, on pourrait prédire que les 49 collisions avec dommages matériels observés durant l'année initiale dans la région pilote pourraient se traduire, à la grandeur du Québec, par environ 345 collisions avec dommages matériels.

Évidemment, il faut noter que les projections précédentes sont basées sur une projection simpliste et ne représentent pas nécessairement la réalité. **Il faut toutefois comprendre que les résultats de l'étude pilote indiquent qu'un certain nombre de personnes seront blessées légèrement ou grièvement et possiblement mortellement par l'introduction du VDFR à la grandeur du Québec, comme c'est d'ailleurs le cas dans d'autres juridictions en Amérique du Nord.**

7 ÉTUDE DE COMPORTEMENT

7.1 Comportement des usagers dans les projets pilotes

Les 1 200 heures d'observations sur caméras vidéo ont permis de recueillir des faits importants concernant le comportement des conducteurs qui effectuent un virage à droite sur le feu rouge.

En premier lieu, les observations ont permis de déterminer que les conducteurs respectent relativement bien les panneaux d'interdiction d'effectuer un VDFR. En effet, 99.2% des usagers ont respecté les interdictions permanentes d'effectuer un VDFR aux intersections en croix, 91.5% des usagers ont respecté les interdictions permanentes d'effectuer un VDFR aux intersections en T, alors que 91.8% des usagers ont respecté les interdictions non-permanentes. Par ailleurs, un taux plus élevé de non-respect est observé entre 1h00 et 3h00 heure du matin.

En deuxième lieu, les observations ont fait ressortir la non-conformité de la manœuvre associée au VDFR. En effet, seulement 50.8% des usagers de la route ont fait un arrêt complet avant d'effectuer un VDFR et seulement 29.8% des conducteurs ont effectué une manœuvre conforme au code, en incluant la ligne d'arrêt. Les résultats montrent que le VDFR est une cause directe de l'augmentation du non-respect de la ligne d'arrêt, car les conducteurs doivent souvent s'avancer sur la ligne d'arrêt pour observer le trafic de la voie perpendiculaire. En effet, 69.9% respectent la ligne d'arrêt dans une région où il est interdit de faire des VDFR (région témoin), alors que, dans la région où le VDFR est permis, 41.7% des usagers la respectent aux intersections où cette manœuvre est interdite et seulement 23.2% des usagers la respectent aux intersections où la manœuvre est permise. Cela est évidemment un problème pour la plupart des piétons et particulièrement pour les handicapés visuels et physiques. **Toutefois, comme les chiffres précédents l'indiquent, il ne s'agit pas d'un nouveau problème mais d'un problème amplifié par le VDFR.**

Par ailleurs, et malgré une campagne d'information et de sensibilisation, certains aspects de la manœuvre du VDFR sembleraient avoir été mal compris, car seulement 49% des répondants interviewés dans le cadre du projet pilote savent qu'ils ne peuvent pas effectuer un virage à droite au feu rouge lorsque le feu pour piétons est allumé, alors que seulement 66% des répondants savent qu'il n'est pas obligatoire d'effectuer la manœuvre du VDFR, même lorsqu'elle est permise et possible.

De plus, la possibilité d'effectuer un VDFR ne semble pas très grande. En effet, 18.9% des conducteurs en position de faire un VDFR ne l'ont pas fait, dont 11% par choix et 7.9% parce qu'ils n'ont pas pu tourner avant que le feu devienne vert. Dans d'autres cas, il est impossible pour le conducteur d'effectuer un VDFR, car il est bloqué par d'autres automobilistes devant lui dans la file. En effet, 86.3% des conducteurs qui effectuent un VDFR sont soit arrêtés au premier rang d'une file, soit seuls à attendre et, ainsi, seulement 13.7% des conducteurs qui sont dans une file ont la possibilité d'effectuer un VDFR.

7.2 Rapport de Gangbè, Thouez et Bergeron

Les observations faites par Gangbè, Thouez et Bergeron (2002) dans le rapport *Virage à droite au feu rouge : une étude des comportements des conducteurs de véhicules automobiles*, présenté à l'Annexe C, permettent d'identifier la nature et la fréquence des comportements à risque lors d'un VDFR.

Des observations ont été faites dans 3 villes ontariennes, soit Toronto, Ottawa et Kingston, et permettent d'identifier à quel point peu de conducteurs effectuent une manœuvre de qualité lors du VDFR. Ainsi, selon ces observations, moins de 14% des conducteurs ontariens effectuent la manœuvre du VDFR convenablement, 32% d'entre eux ne respectant pas la signalisation, 81% ne respectant pas la ligne d'arrêt et 36% ne respectant pas la priorité aux piétons.

L'étude compare aussi le comportement des conducteurs ontariens qui effectuent un virage à droite sur feu rouge avec ceux qui le font sur feu vert et conclut que les conducteurs effectuant un VDFR sont proportionnellement moins nombreux (environ 60%) que ceux qui effectuent un VDFV (environ 70%) à accorder la priorité aux piétons.

De plus, les auteurs constatent que les conducteurs montréalais sont moins prudents que les conducteurs torontois envers les piétons. En effet, la comparaison révèle que seulement 64% des conducteurs montréalais accordent la priorité aux piétons lors d'un VDFV, comparativement à 70% pour les conducteurs torontois.

7.3 Rapport de Bergeron

On peut se demander si les comportements à risques des conducteurs, des piétons et des cyclistes vont nécessairement entraîner des collisions. En effet, à chaque conflit observé, on évite une collision, c'est-à-dire qu'une action est initiée pour éviter que deux véhicules ou piétons occupent le même espace au même moment. Dans cette optique, j'ai demandé au professeur Bergeron d'établir une relation entre les comportements à risques et les risques de collisions.

L'étude que Bergeron (2002) a réalisé souligne la difficulté qu'il y a de façon générale à prédire la fréquence et la gravité des accidents routiers, notamment quand on veut prédire les accidents susceptibles de se produire dans tel type de situations (le VRFR par exemple, ou le VDFV) ou dans une catégorie particulière d'aménagement routier (ex. : intersections avec feux de signalisation). Même les statistiques sur la fréquence des accidents survenus sur un site spécifique ne permettent pas de prédire avec précision l'apparition de futurs accidents. D'une part parce que les accidents passés comportent une part aléatoire plus ou moins importante, et d'autre part les statistiques concernant les accidents sont souvent incomplètes et insuffisantes pour comprendre les causes des accidents. De plus, l'étude des accidents corporels doit aussi porter sur une longue période car ils sont (heureusement) statistiquement rares.

C'est ce qui a incité des équipes de recherche de nombreux pays à proposer des modèles de prédiction des accidents à partir de l'observation directe des comportements des usagers de la route et à développer des techniques d'observation de plus en plus sophistiquées. Selon

ces modèles, certaines manœuvres risquées de la part des conducteurs (suivre un véhicule de très près, conduire à une vitesse excessive, freiner au dernier moment) ou les comportements téméraires des piétons (traverser une intersection à la course, traverser sur un feu rouge) sont au nombre des meilleures variables permettant de prédire les accidents. Pour tenir compte des interactions entre les divers usagers de la route, on a développé la «technique des conflits de trafic», dans le but de prédire l'apparition des accidents corporels futurs à un endroit donné pour une période de temps donnée, et ce, avec une précision comparable à celle qu'on obtiendrait avec des données d'accidents recueillies sur une longue période.

La revue de la documentation scientifique indique qu'il y a généralement une bonne concordance entre les données recueillies lors de l'observation des comportements à risque de la part des conducteurs de véhicules ou des autres usagers de la route, piétons ou cyclistes, et la survenue d'accidents. De plus, même si elle a donné lieu à certaines controverses dans les écrits scientifiques, la «technique des conflits de trafic» est reconnue par une majorité de chercheurs comme un outil valide, notamment pour étudier les interactions entre piétons et automobilistes : le conflit est ici défini comme une situation où il y a croisement entre la trajectoire d'un piéton et celle d'un automobiliste, situation qui conduirait de façon imminente à une collision si aucun des protagonistes n'effectuait de manœuvre d'évitement.

Au cours de l'été 2001 l'équipe de recherche du professeur Bergeron a recueilli des données d'observation à l'aide de ces techniques auprès de plus de 12 000 piétons et d'autant d'automobilistes au Québec et en Ontario (à des intersections de Montréal, Toronto, Hull, Ottawa, St-Hyacinthe et Kingston). Quelle que soit la province ou la taille de la municipalité, l'ensemble des automobilistes respectent la signalisation (feu rouge) dans une très forte proportion (entre 95 et 96 %), mais respectent beaucoup moins la ligne d'arrêt délimitant la zone prévue pour le passage des piétons (37% à Montréal et 47% à Toronto). Pour leur part, la majorité des piétons respectent aussi les feux de circulation (76% à Montréal et 82% à Toronto), mais un grand nombre n'utilisent pas le passage piétonnier pour traverser l'intersection (33% à Montréal et 14 % à Toronto).

Une étude approfondie des situations de conflit qui se sont produites au cours de ces dizaines de milliers d'observations montre aussi des différences importantes entre ontariens et québécois. Par exemple, on note plus de conflits à Toronto qu'à Montréal. Mais en répartissant les situations de conflit selon que la manœuvre d'évitement observée a été effectuée par le piéton ou par l'automobiliste, on note qu'à Montréal c'est bien plus souvent le piéton qui évite le véhicule, tandis qu'à Toronto c'est plus souvent le conducteur du véhicule qui effectue une manœuvre d'évitement. Ces résultats sont corroborés par d'autres données indiquant que les conducteurs de l'Ontario, dans l'ensemble des situations et quelle que soit leur municipalité, accordent plus facilement la priorité aux piétons que ne le font les conducteurs au Québec.

Le professeur Bergeron conclut donc :

«Dans la perspective où on envisage d'adopter au Québec une mesure comme le VDFR qui repose sur le concept de priorité au piéton, notre étude indique qu'il apparaît nécessaire de se préoccuper de façon prioritaire des comportements à risque qu'on observe dans les interactions entre piétons et automobilistes».

7.4 Observations personnelles

Dans le cadre de cette étude, j'ai réalisé des observations personnelles dans plusieurs villes visées par le projet pilote, soit : Chicoutimi, Joliette, Malartic, Rouyn-Noranda et Val d'Or. De plus, j'ai fait des observations à Montréal, Ottawa et Gatineau.

Étant donné les observations déjà réalisées par des observateurs entraînés, sous la direction du professeur Bergeron, dans diverses villes du Québec et de l'Ontario, de même que les observations faites à partir de plusieurs caméras vidéo installées par Transports Québec à la demande de la SAAQ, je n'avais pas l'intention de comptabiliser mes observations, mais uniquement de constater par moi-même les possibilités de comportement adéquat ou déficient des usagers de la route au cours de la manœuvre du VDFR. Je ne parlerai toutefois pas ici des comportements adéquats, malgré que j'en ai observé un grand nombre.

Ma première visite, à Joliette, m'a permis de relever plusieurs types de comportement déficients et pouvant provoquer des conflits et possiblement des collisions :

- Arrêt sur le passage piétonnier : c'est l'infraction la plus fréquente, car il est impossible de s'arrêter à la ligne d'arrêt et de voir en même temps la circulation sur la rue adjacente. À ce moment, le véhicule empêche la traversée des piétons qui arrivent après lui à l'intersection. Les piétons passent souvent en arrière du véhicule, donc hors du passage piétonnier et sont donc plus exposés. Cette infraction est représentée à la Figure 7-1.

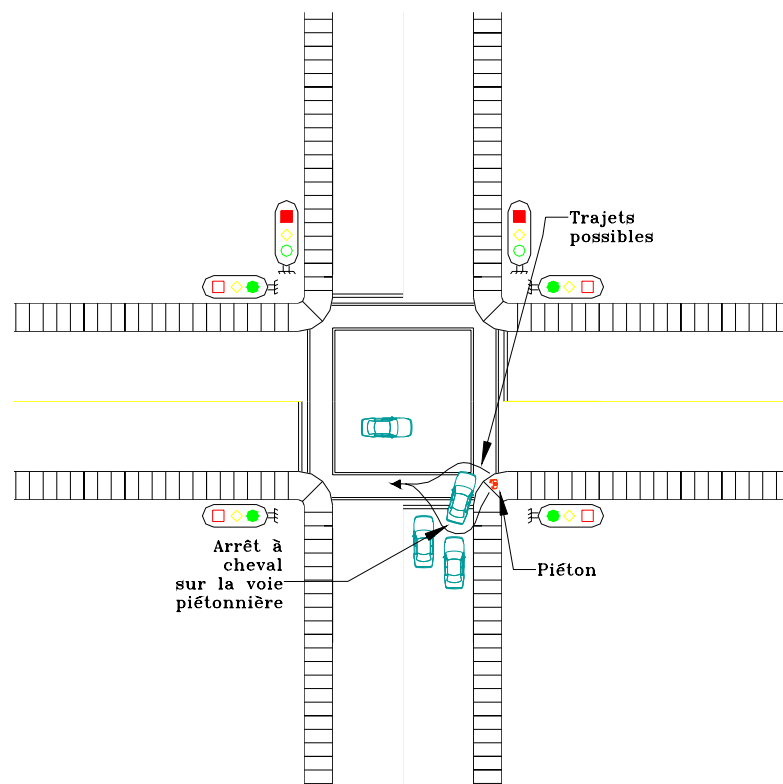


Figure 7-1: Trajet d'évitement du piéton

- Manœuvre adéquate, mais le conducteur repart sans regarder les véhicules qui s'approchent sur la voie adjacente. Un conducteur s'arrête avant la ligne d'arrêt, mais repart sans s'occuper des véhicules venant à sa gauche sur la rue adjacente.
- Manœuvre adéquate, mais le conducteur repart sans s'occuper des piétons qui viennent de la gauche ou de la droite.
- Arrêt incomplet : le véhicule glisse sur le feu rouge (ralentit, puis ré-accélère sans avoir effectué un arrêt complet) tout en empêchant un piéton de traverser, alors qu'il attendait son feu vert depuis déjà un certain temps au bord du trottoir.
- Départ d'une file : le premier de la file s'arrête, observe la circulation sur la rue adjacente et repart. Le ou les autres véhicules arrêtés en arrière de lui repartent en même temps et font le VDFR sans rien voir, puisque leur vision est bloquée par des véhicules arrêtés. J'observe que ces conducteurs regardent l'arrière de la voiture qu'ils suivent.
- Camion-remorque : un camion remorque fait un VDFR alors qu'il n'aura pas le temps de libérer la voie avant que le véhicule circulant sur la voie adjacente n'arrive à l'intersection. Le volume et la masse de la remorque sont suffisants pour faire ralentir le véhicule qui pourtant était sur son feu vert.

Ma visite à Malartic m'a permis de constater qu'il y a 4 feux de circulation sur la route principale (route 117 – rue Royale) qui ne semblent pas synchronisés, puisqu'à mes deux premiers passages je m'arrête à 3 feux sur 4, puis 2 fois sur 4 et finalement 1 fois sur 4. Personne ne tourne à droite, donc je n'observe pas de conflit. Toutefois, j'observe que le stationnement en épi est permis sur cette rue principale, même dans les virages. Pour revenir dans la circulation, il faut y aller presque au son, puisque la visibilité est nulle lorsque d'autres véhicules sont stationnés à côté.

À Val d'Or, j'ai relevé 16 feux de circulation et j'ai observé les mêmes comportements qu'à Joliette. Je ne sais pas si les feux sont synchronisés, mais ce n'est pas apparent. Lorsque la rue est assez large, une voie est réservée pour le virage à droite, sinon la voie de droite permet de continuer tout droit ou de tourner à droite. À cause de l'étroitesse de la rue principale (3^{ième} avenue) et du stationnement en épi, la vitesse de la circulation est faible et le VDFR se déroule généralement bien. Le stationnement en épi fait peut-être partie d'une stratégie de mesure d'atténuation de la circulation, mais il ne favorise pas le VDFR. En effet, quand les places de stationnement sont occupées et que 2 ou 3 véhicules désirant continuer tout droit sont arrêtés au feu rouge, il devient impossible d'accéder à la file pour tourner à droite. En général, les véhicules qui tournent à droite s'immobilisent à la ligne d'arrêt s'il y a des piétons, mais j'en observe plusieurs qui s'immobilisent sur la voie piétonnière, principalement des véhicules venant d'une rue secondaire, car le stationnement en épi sur la rue principale bloque toute visibilité. À une intersection où la visibilité est pourtant très bonne, j'observe presque une collision alors qu'une camionnette qui glissait au feu rouge se rend soudainement compte qu'un véhicule arrive de la rue adjacente, ce qui l'oblige à freiner brusquement et fortement pour laisser passer la voiture. J'observe aussi quelques voitures dont les conducteurs semblaient avoir l'intention de continuer tout droit : ils sont dans la file qui va tout droit et n'ont pas mis de clignotants. Ils décident soudainement de tourner à droite alors que le feu devient rouge. Est-ce à cause du

VDFR qui leur permet de poursuivre leur chemin, ou est-ce parce qu'ils se sont soudainement rendus compte qu'ils arrivaient à l'intersection où ils devaient tourner? Si c'est le premier cas, le VDFR enverrait sur des rues secondaires des véhicules qui circuleraient normalement sur la rue principale. Il s'agirait donc d'un effet pervers du VDFR.

À Chicoutimi, il y a un bon nombre de feux de circulation, mais j'observe aussi un assez grand nombre d'interdictions d'effectuer un VDFR, aussi bien dans le centre ville que dans la partie commerciale. Dans la partie commerciale (boul. Talbot), peu d'automobilistes peuvent faire un VDFR à cause de la densité de la circulation. Dans le centre-ville, je ne vois pas beaucoup de manœuvres de VDFR car :

- ou bien c'est interdit;
- ou bien la circulation est trop importante;
- ou bien il n'y a qu'une seule file et le premier de la file ne tourne pas.

Toutefois, la majorité des manœuvres que je peux observer se passent correctement, bien que quelques véhicules ne font que ralentir. Il y a peu de piétons et de cyclistes, donc je n'observe pas de conflits piétons et/ou cyclistes-véhicules.

À Chicoutimi Nord, il semble y avoir une douzaine de feux de circulation et plusieurs interdictions. Je remarque une voiture de patrouille faire un VDFR là où c'est interdit, alors qu'elle s'arrête à la prochaine intersection là où le VDFR est permis.

À Jonquière, j'observe plusieurs comportements adéquats, mais aussi quelques véhicules, dont une remorqueuse, qui ne font que ralentir avant de tourner. Il semble y avoir peu d'interdictions et elles visent la période de 7h00 à 23h00 du lundi au vendredi.

À La Baie, où il y a une douzaine de feux de circulation, il y a souvent une voie réservée pour tourner à gauche et une autre pour aller tout droit ou tourner à droite. Ainsi, celui qui veut faire un VDFR n'est pas souvent le premier de la file et ne peut faire la manœuvre. Je n'observe donc pas beaucoup d'automobilistes qui peuvent effectuer la manœuvre du VDFR, mais la plupart d'entre elles se passent adéquatement et sans conflit. Toutefois, en revenant de La Baie, sur une route où la vitesse légale est de 90 km/h, je me fais couper le chemin par deux véhicules qui se suivent et effectuent un VDFR à 25 km/h environ, sans que ma vitesse, ni ma présence, ne semblent les inquiéter.

À Rouyn-Noranda, dont les citoyens effectuent le VDFR depuis plus de 25 ans, je n'observe pas beaucoup d'intersections où il est interdit de faire le VDFR. Dans cette ville, le VDFR était autrefois permis, à certaines intersections, par une flèche noire qui apparaissait dans le feu rouge situé à droite sur les signaux lumineux suspendus. Depuis l'implantation du projet pilote, toutes ces flèches ont disparu. On me fait observer que la manœuvre semble plus complexe depuis l'implantation du projet pilote. Quant à moi, je n'ai observé que quelques comportements inadéquats, mais je dois dire que la possibilité de faire le VDFR me semble limitée à un bon nombre d'intersections. En effet, un certain nombre de voies de circulation sont réservées au virage à gauche et, ainsi, l'autre voie est

réservée pour continuer tout droit ou tourner à droite. Le premier de la file, s'il désire continuer tout droit, empêche donc les autres conducteurs de faire la manœuvre. Je vois peu de piétons et encore moins de cyclistes. De toutes façons, aux heures de mes observations, la circulation est calme et je n'observe aucun conflit piétons et/ou cyclistes-véhicules. J'observe aussi quelques véhicules qui semblent changer de direction parce que le feu vient de tourner au rouge.

À Montréal, j'ai observé les comportements imprudents d'un grand nombre de piétons, qui ne semblent pas s'occuper de la signalisation, mais uniquement de leur perception qu'ils ont d'un danger. Des piétons traversent aussi régulièrement en dehors des intersections ou en diagonale aux intersections. C'est presque l'anarchie totale et aucune sanction n'est appliquée. Montréal a connu 30 décès de piétons en 1998 et environ 6 000 blessés. Ce sont principalement les cyclistes qui passent tout droit aux feux, souvent à une vitesse qui les empêcheraient de s'immobiliser en cas de danger, qui circulent en sens contraire de la circulation et sur les voies piétonnières parmi les piétons, qui semblent les plus délinquants.

Même si le VDPR n'est pas permis à Montréal, j'ai observé aussi un grand nombre de conducteurs qui immobilisent leur véhicule sur la voie piétonnière. Habituellement, ceci se produit lorsqu'il n'y a pas de piéton engagé dans la voie piétonnière. Lorsque des piétons arrivent, les véhicules déjà immobilisés entravent la bonne circulation des piétons et, encore plus, celle des handicapés visuels et physiques.

Par opposition, les piétons d'Ottawa suivent les indications données par les feux de signalisation. En général, ils attendent sagement que leur feu devienne vert avant de traverser et les automobilistes, en général, attendent que les piétons libèrent la voie avant de s'engager. Je n'observe aucun piéton qui traverse en dehors d'une intersection. Est-ce à cause d'un plus grand respect mutuel, d'une meilleure formation des piétons et des conducteurs, de lois plus claires ou de la possibilité de recevoir une contravention s'ils n'agissent pas dans les règles?

À Gatineau, les conducteurs et les piétons semblent avoir un comportement qui se rapproche de celui observé à Ottawa. Est-ce parce qu'une grande partie des habitants de Gatineau est continuellement exposée aux conditions de circulation d'Ottawa?

8 LES PERSONNES HANDICAPÉES

En 1998, l'Institut de la statistique du Québec⁶ évaluait que plus de 1 086 800 québécois étaient affectés d'une incapacité quelconque, dont 138 800 étaient affectés d'une incapacité grave. L'institut évaluait aussi, parmi la population âgée de 15 ans et plus, que 107 500 québécois étaient affectés d'une incapacité visuelle.

En avril 1977, un livre blanc : *Proposition de politique à l'égard des personnes handicapées* proposait une politique gouvernementale qui fut traduite le 23 juin 1978 dans la « Loi *assurant* l'exercice des droits des personnes handicapées ». Mes discussions tenues au cours des années avec divers organismes m'ont fait comprendre que le gouvernement québécois cherchait à « favoriser le maintien en milieu de vie naturel et la participation maximale aux activités considérées comme normales »⁷ des personnes handicapées. Pour moi, cette volonté implique toutes sortes de choses, mais entre autres c'est pour cela que les sociétés de transport se procurent des autobus à plancher bas. Après consultation avec les représentants de la Coalition contre le VDFR, et surtout avec des conseillers en orientation et mobilité de l'Institut Nazareth et Louis Braille, je suis obligé de conclure que l'introduction du VDFR ne pourra qu'aller à l'encontre de cet objectif.

En effet, il est facile d'observer que les piétons et les automobilistes sont, aux intersections, souvent en compétition pour occuper un même espace. Par exemple, les piétons qui attendent le feu vert pour traverser une rue transversale peuvent être en compétition avec les automobilistes voulant tourner à droite ou à gauche sur cette même rue. Quand tous les usagers partent en même temps, la voiture gagne souvent et passe en avant des piétons, alors qu'en toute légalité l'automobiliste doit céder le passage au piéton qui fait face à son feu vert. Cela oblige donc les piétons à s'immobiliser, sur la chaussée, et ainsi d'autres automobilistes, dans la file pour tourner, poursuivent leur mouvement. Lorsque le débit de véhicules est grand et le débit de piétons faible, on observe régulièrement à la fin du cycle que le piéton est obligé de terminer sa traversée soit sur le feu jaune, soit sur le feu rouge. Par contre, lorsque le piéton est déjà dans le milieu de la rue au moment où le véhicule arrive, on observe généralement que les automobilistes s'immobilisent pour laisser la priorité de passage aux piétons.

C'est suite à ces observations que la ville de Montréal a implanté un système de flèche verte au début du cycle de toutes les intersections ayant un débit important de piétons. En interdisant, pour les 9 premières secondes du cycle le virage des automobiles, les piétons peuvent dès lors s'avancer librement dans le passage piétonnier et poursuivre leur traversée sans être arrêtés par les automobiles. La ville de Montréal ne semble pas avoir réalisé d'études suite à l'implantation de cette mesure, mais la ville note que le nombre d'accidents avec piétons diminue continuellement depuis plusieurs années et, surtout, que la représentation des populations directement visées par cette mesure (populations les plus

⁶ Enquête québécoise sur les limitations d'activités 1998, Québec institut de la statistique du Québec

⁷ La phrase entre parenthèses est tirée textuellement du livre À PART... ÉGALE, Office des personnes handicapées du Québec, Direction générale des publications gouvernementales du ministère des communications, 1984.

vulnérables, soit les enfants, les adolescents et les personnes âgées) a diminué à son niveau démographique⁸ normal.

L'autorisation du VDFR, qui signifie du même coup l'abandon du système de flèche verte ou tout au moins la difficulté à offrir aux piétons cette longueur d'avance sur les automobiles, risque donc de ramener à ses niveaux antérieurs la représentation des populations les plus vulnérables dans les statistiques d'accidents.

Par ailleurs, d'autres populations encore plus à risque, et en particulier celle des personnes handicapées visuelles, risquent bien, avec l'adoption du VDFR, de voir leur mobilité entravée. En effet, ma rencontre avec des spécialistes en orientation et mobilité de l'institut Nazareth et Louis-Braille, ainsi que le visionnement d'un vidéo de formation⁹ m'ont permis de constater certaines difficultés associées à l'apprentissage et à la formation des personnes aveugles et des personnes atteintes de déficience visuelle.

8.1 Les personnes handicapées visuels

Il faut savoir que les déplacements des personnes handicapées visuelles se font d'abord grâce à l'écoute d'indices auditifs. Ainsi, pour se déplacer en ligne droite, la personne aveugle apprend à se fier au son provenant de la circulation de la rue qu'elle suit, donc au bruit de la circulation parallèle. Ce bruit lui est encore utile lorsqu'elle atteint l'intersection pour s'aligner correctement et rester ainsi à l'intérieur des bornes du passage piétonnier. Lorsqu'elle traverse l'intersection, la personne handicapée visuelle débute sa traversée aussitôt qu'elle entend le départ des autos sur la rue parallèle. Ce bruit de départ des véhicules sur la rue parallèle lui indique clairement que c'est le début du cycle du feu vert et lui assure qu'elle aura un temps de traversée suffisant.

Étant donné que la personne handicapée visuelle ne peut établir un contact visuel avec les conducteurs et les autres usagers de la route, ces bruits sont essentiels à sa confiance en soi, à son bien-être et probablement à sa sécurité. Lorsqu'à une intersection le VDFR est permis et qu'alors les automobiles peuvent tourner à droite sur le feu rouge, la personne aveugle ne dispose plus de signal clair lui indiquant quand débute le feu vert. Seul un véhicule qui va tout droit ou qui tourne à gauche pourra lui indiquer que le feu est bien vert sur la rue parallèle. Ce délai d'attente, pour déterminer si le feu est vert, empêche la personne aveugle de débiter sa traversée promptement. Ainsi, elle doit souvent débiter sa traversée quand elle ne dispose plus d'un temps suffisant pour la compléter et quand le trafic sur la rue parallèle circule alors à une vitesse accélérée, faisant en sorte qu'il devient très difficile d'éviter les automobilistes qui tournent.

D'autre part, lorsqu'un véhicule voulant tourner à droite bloque le passage piétonnier pour avoir une meilleure visibilité vers sa gauche, il devient difficile pour la personne aveugle qui y est engagé de contourner l'automobile et de maintenir sa ligne de direction sans se retrouver dans la rue parallèle. **Il faut noter que, même lorsque le virage à droite n'est pas permis, il arrive relativement fréquemment que des véhicules obstruent la voie piétonnière et entravent la circulation normale des personnes handicapées visuelles,**

⁸ Malgré ces mesures, les taux de mortalité à Montréal et à Toronto ne sont pas statiquement différents.

⁹ Une approche d'enseignement de l'orientation et mobilité pour les déplacements avec le chien-guide.

mais aussi celle de tous les piétons. On peut toutefois comprendre que cette obstruction est plus inquiétante pour les personnes handicapées visuelles et les jeunes enfants.

J'ai obtenu, par l'intermédiaire de l'institut Nazareth et Louis-Braille, les commentaires relevés par des intervenants, spécialistes en orientation et mobilité, oeuvrant dans les régions pilotes du VDFR. Ces commentaires, tirés de leurs propres observations, rapportent clairement les problèmes nouveaux rencontrés par les personnes handicapées visuelles depuis l'introduction du VDFR. On observe, en vrac:

- 3 voitures ont tourné à droite au VDFR et le client a traversé après, terminant ainsi sa traversée au feu rouge.
- 1 camion qui tourne au feu rouge masque tous les autres bruits de moteur et le bruit parallèle. Le client s'inquiète, perd sa trajectoire et dévie.
- À cause de leurs dimensions, les camions et les autobus qui tournent à droite peuvent empiéter sur le trottoir. Cet empiètement se produit probablement plus souvent au VDFR, puisque les véhicules sont alors restreints dans leur file par les voitures arrêtées mais qui continueront tout droit. Ceci oblige les personnes handicapées visuelles à se tenir à une certaine distance de l'intersection qu'elles désirent traverser et elles terminent alors leur traversée sur le feu rouge.

Donc, en général on note :

- Difficultés à déterminer le moment opportun pour traverser la rue.
- Alignement auditif parallèle moins facile.
- Blocage de la voie par les véhicules, qui doivent s'avancer sur le passage piétonnier pour s'assurer qu'aucun véhicule ne les empêche de faire le VDFR.

Les conséquences observées sont :

- Plus grande nervosité et insécurité.
- Augmentation du stress.
- Hésitations et craintes.
- Diminution de l'autonomie.
- Diminution de l'accessibilité.
- Augmentation probable de la demande en services de transport adapté.

C'est pour ces diverses raisons que l'AER¹⁰ a adopté à son dernier congrès, tenu à Toronto en juillet dernier, une résolution encourageant la province de Québec à ne pas adopter le VDFR¹¹.

¹⁰ « Association for Education and Rehabilitation of the blind and visually impaired », association internationale qui regroupe plus de 5 000 professionnels impliqués dans toutes les phases de l'éducation et de la réhabilitation des aveugles et amblyopes

¹¹ voir résolution en annexe.

On pourrait possiblement redonner leur niveau initial (avant l'introduction du VDFR) de mobilité aux personnes handicapées visuelles par l'installation de signaux sonores aux intersections. Cette mesure est toutefois contre-productive, étant donné que le signal sonore est installé en phase exclusive pour les piétons. Ainsi, lorsque le signal sonore indique à la personne handicapée visuelle qu'elle peut traverser une intersection, tous les feux de cette intersection sont au rouge et les voitures sont toutes immobilisées. De plus, dans le cadre d'une étude coût-bénéfice, il faudra considérer les coûts d'acquisition, d'installation et d'entretien de ces signaux sonores.

8.2 Les personnes handicapées et les personnes âgées

Dans le cadre de cette étude, j'ai parrainé la réalisation d'observations dans les régions pilotes du VDFR de la traversée d'intersections par des personnes handicapées visuelles et physiques. Ces observations, organisées par M. Noël Champagne, psychologue de la Fondation Mira, se sont déroulées sous la direction de M. Olivier Bellavigna-Ladoux, ing., de mon équipe de sécurité routière.

Les observations, réalisées avec la collaboration de la Fondation Mira, ont été effectuées les 15 et 16 août derniers à différentes intersections dans les villes de Joliette et Drummondville. À Joliette, l'intersection de Ste-Anne et de Papineau a été choisie pour l'heure de pointe du matin et les observations à l'heure de pointe du midi ont été effectuées à l'intersection de Bourget et Manseau dans le centre-ville. À Drummondville, les observations ont été faites à l'intersection de Lévesque et St-Joseph, autant pour l'heure de pointe du matin que du midi. Une personne handicapée visuelle avec un chien-guide, une personne handicapée physique en chaise roulante motorisée, une personne handicapée physique en chaise roulante non-motorisée avec un chien et deux personnes âgées ont participé aux observations.

Que la personne handicapée physique soit en chaise roulante motorisée ou non, le principal problème causé par le VDFR est que les véhicules ne respectent pas la ligne d'arrêt et qu'ils empiètent sur le passage piétonnier. Ce problème est beaucoup plus important à Joliette à l'intersection Manseau et Bourget, où le champ de vision est restreint et où les véhicules effectuant un VDFR doivent s'avancer considérablement au-delà de la ligne d'arrêt pour observer le trafic venant de la gauche. Ainsi, les personnes handicapées physiques doivent contourner les véhicules par l'avant ou par l'arrière. Il est évident que les piétons sans handicap rencontrent aussi ce problème; cependant, ils peuvent descendre et monter sur le trottoir à n'importe quel endroit, ce qui n'est pas le cas des personnes en chaises roulantes, qui doivent évidemment utiliser l'emplacement surbaissé aménagé dans le trottoir.

En plusieurs occasions, autant à Joliette qu'à Drummondville, des véhicules effectuant un VDFR sans respecter la priorité des piétons ont été observés. Puisque les personnes âgées traversent plus lentement, il est possible que leur priorité soit encore moins respectée. En effet, nous avons observé en plusieurs occasions des véhicules leur coupant le chemin. De plus, il a été observé, à l'intersection Lévesque et St-Joseph qui possède un feu de piéton avec un bouton déclencheur et une phase exclusive sur feu rouge, que les automobilistes ne respectaient aucunement la priorité du piéton. Ce phénomène était pire à l'heure de pointe

du midi, lorsque l'intensité du trafic sur St-Joseph réduisait considérablement la possibilité d'effectuer un VDFR. Ainsi les automobilistes effectuaient presque exclusivement la manœuvre du VDFR lorsque celle-ci était interdite par le feu pour piéton, puisqu'alors toutes les automobiles de la rue adjacente étaient arrêtées.

Tel que présenté à la section 8.1, une personne handicapée visuelle attend toujours le début du feu vert pour traverser une intersection et c'est l'écoute du trafic parallèle qui lui indique le début du cycle. Ainsi, nous avons observé que le VDFR engendre un problème supplémentaire aux personnes handicapées visuelles, qui doivent aussi s'assurer que le véhicule effectuant un VDFR lui accorde la priorité. En effet, plusieurs conflits ont été observés lorsque la personne handicapée visuelle attendait le début de son feu vert, ou que son feu était vert et qu'elle voulait s'assurer de traverser sécuritairement. À quelques reprises, les véhicules ont effectué leur VDFR sans porter attention à la personne handicapée visuelle arrêtée à leur droite juste au bord de l'intersection. À d'autres occasions, le véhicule s'arrêtait et, puisque la personne handicapée visuelle restait sur le trottoir sans s'engager dans la traversée de l'intersection, il effectuait son VDFR sans respecter la priorité du piéton. En une occasion, un conflit majeur a été observé. À ce moment, un véhicule a entamé son VDFR bien qu'une personne handicapée visuelle attendait au bord du trottoir son signal auditif lui indiquant le début du cycle de feu vert. Le véhicule a alors freiné brusquement, lorsque la personne handicapée visuelle a débuté sa traversée. Dans un autre cas, qui nous est également apparu symptomatique, la personne handicapée visuelle a perdu son orientation en contournant une voiture qui empiétait sur le passage pour piétons.

Par ailleurs, qu'il s'agisse de personnes âgées ou handicapées, nous avons noté à plusieurs reprises que des conducteurs s'approchant pour effectuer un VDFR ne regardaient pas, ou pratiquement pas, vers la droite avant de s'engager sur le passage piétonnier. De plus, nous avons observé, à maintes reprises, que l'automobiliste n'effectuait pas l'arrêt obligatoire, mais ne faisait que ralentir en s'engageant sur le passage piétonnier pour s'élancer ensuite dans la circulation sans même avoir vérifié si un piéton ou un cycliste arrivait de sa droite. L'attention du conducteur était alors presque entièrement consacrée à la circulation automobile arrivant de sa gauche.

De même, nous avons noté à quelques reprises que le conducteur effectuant un VDFR s'engageait dans le trafic arrivant à sa gauche, et ce, même s'il obligeait alors le conducteur arrivant de sa gauche à ralentir ou freiner légèrement pour éviter une collision. Le flot de circulation des véhicules traversant l'intersection sur le feu vert était alors ralenti ou gêné. Dans de tels cas, le gain de temps obtenu par le conducteur effectuant le VDFR est clairement annulé par la perte de temps des conducteurs circulant sur le feu vert.

9 ÉTUDE COÛT-BÉNÉFICE

Comment peut-on évaluer le bien-fondé de l'introduction d'une méthode ou d'une nouvelle pratique sur la sécurité routière? Étant donné les budgets limités, c'est habituellement assez simple puisqu'il s'agit de juger entre deux ou plusieurs mesures celle qui produira le meilleur effet à moindre coût. Par exemple, pour un nombre de millions de dollars donnés, devons-nous construire ce viaduc ou plutôt modifier la courbe de la mort? On effectue alors une étude coût-bénéfice qui est une méthode économique de comparaison. Quand on dit économique, on ne veut pas dire peu coûteuse, mais simplement que l'on ne compare que les coûts. Construire un viaduc à un endroit coûte tel montant, mais sa construction permettra d'éliminer, en se basant sur l'expérience des années passées, tant de morts, tant de blessés et tant de dommages matériels. On attribue donc, de plusieurs façons, des coûts moyens à chacune des catégories (tués, blessés et dms) de blessures et dommages causés par les collisions et on calcule les économies réalisées. Même si cette méthode peut paraître « sans-cœur », je crois qu'elle permet en général de choisir la plus rentable parmi plusieurs mesures.

Ainsi, il faut comptabiliser les coûts d'implantation de la mesure et les comparer à ceux que la mesure fera économiser. Ici, il est évidemment impossible d'appliquer cette méthode, puisqu'au lieu de diminuer le nombre de collisions et donc de sauver des vies et d'éviter des blessures et des dommages matériels, il semble clair que cela en provoquera. Peut-on, en toute moralité, comparer des coûts générés par des blessures et des coûts d'implantation de la mesure avec l'économie de temps réalisée par certains usagers? J'ai beaucoup de difficulté à m'y résoudre, à moins que l'on puisse me démontrer que la réduction de la pollution grâce au VDFR puisse sauver des vies (réduction du nombre de décès causés par les maladies respiratoires et le cancer) ou, encore, que le VDFR permette d'éviter d'autres types de collisions. Ce n'est pas ce que les auteurs favorables au VDFR rapportent, mais serait-il possible que la manœuvre du VDFR déplace certaines collisions? Par exemple, serait-il possible que les piétons qui traversent devant un véhicule effectuant un VDFR soient plus à risque, mais que ceux qui traversent la voie transversale subissent moins de collisions et de blessures qu'auparavant? En effet, on pourrait argumenter sur le fait que les véhicules qui ont effectué le VDFR ne seront plus là pour interagir avec les piétons qui désirent traverser la voie transversale. C'est pour cette raison que plusieurs auteurs des études originales ont examiné la variation du nombre total de collisions se produisant à des intersections, avant et après l'introduction de la mesure du VDFR, et non pas uniquement le nombre de collisions provoquées par le VDFR. Dans cette optique, nous avons essayé, dans les régions pilotes, de comparer le nombre total de collisions se produisant à des intersections, avant et après l'introduction de la mesure du VDFR. Les variations ne se sont pas avérées significatives.

Bien qu'une telle étude puisse paraître immorale, nous avons essayé de la réaliser au Tableau 9-1, en posant certaines hypothèses qui semblent raisonnables. Premièrement, il est difficile d'évaluer avec exactitude le nombre de panneaux requis. Puisqu'il y a des intersections à 3 ou 4 branches, l'hypothèse de 3 panneaux d'interdiction par intersection a été retenue. De plus, nous avons supposé que les panneaux duraient 10 ans et qu'ils engendraient les mêmes coûts à chaque année.

Pour le nombre de collisions avec dommages matériels et avec blessés, une projection simpliste a été réalisée. Même si cette projection n'est pas précise, elle offre un ordre de grandeur du nombre d'accidents qui pourraient possiblement arriver. De plus, ce résultat ne tient pas compte, en prenant les résultats de la première année des projets pilotes, que le nombre de collisions pourrait diminuer étant donné l'adaptation des usagers de la route.

Tableau 9-1: Étude Coût-Bénéfice

Coût	Montant
<u>Coût des panneaux, installation et entretien</u> : en supposant qu'en moyenne 3 panneaux sont installés à 20% des intersections (694) et que la durée de vie moyenne d'un panneau est de 10 ans. Avec un coût estimé de 150\$ US par panneau et de 200\$ ¹² US pour l'installation, soit un total d'environ 525\$ CAN/panneau.	109 305\$
<u>Coût des accidents avec dommages matériels</u> : durant la première année du projet pilote, il y a eu 49 accidents avec dommages matériels pour 493 intersections. Pour 3 470 intersections (Montréal exclue), on trouve proportionnellement 345 accidents. L'étude de Blincoe (2000) de la NHTSA estime à 2 532\$ US/accident, soit environ 3 798\$ CAN le coût actuel d'un tel accident.	1 310 310\$
<u>Coût des accidents avec blessés légers</u> : durant la première année du projet pilote, il y a eu 23 blessés légers pour 493 intersections. Pour 3 470 intersections (Montréal exclue), on trouve proportionnellement 162 blessés. Blincoe (2000) estime à 10 562\$ US/accident, soit environ 15 843\$ CAN le coût actuel d'un blessé léger.	2 566 566\$
Total des coûts annuels	3 986 181\$
Bénéfices	Montant
<u>Économie d'essence</u> : Ressources Naturelles Canada évalue que 322 564 l/min étaient consommés par 14 087 331 marchant au ralenti. Ainsi, proportionnellement pour les 4 073 53 véhicules immatriculés du Québec, comptabilisés par Transports Canada (2001), sauvant 15 secondes par jour, l'économie d'essence par le VDFR serait de 8.51 millions de litres à 0.75\$ environ le litre.	6 382 500\$
<u>Économie de temps</u> : l'étude de Culley (1993) de Transports Canada évalue à 10.50\$/heure le taux horaire moyen d'un automobiliste arrêté dans une congestion en 2010. En supposant un taux d'inflation de 3%, ce taux correspondrait aujourd'hui à 8.3\$/heure. Si les 4 073 534 véhicules sauvent 15 secondes par jour, le total annuel est de 6 195 166 heures pour les 365 jours de l'année	51 419 880\$
Total des bénéfices	57 802 380\$
Bénéfices Annuels	53 816 199\$

Bien qu'il faille noter que certains frais de mise en marche, tels ceux d'une campagne de sensibilisation et d'information et ceux d'expertises techniques pour choisir les intersections où le VDFR sera interdit, l'étude coût-bénéfice montre que l'introduction du VDFR pourrait produire, en fonction des hypothèses retenues, un bénéfice net important.

¹² http://www.walkinginfo.org/de/curb1.cfm?codename=41f&CM_maingroup=SignalsandSigns

10 D'AUTRES SOLUTIONS PLUS EFFICACES, PLUS SÉCURITAIRES ET PLUS RENTABLES.

Que ce soit au niveau de la consommation d'essence ou de la réduction du temps de parcours, le VDFR n'offre qu'une amélioration minime et négligeable. Si un conducteur se sent concerné par quelques litres d'essence, il sera beaucoup plus satisfait en ajustant régulièrement la pression de ces pneus qu'en tournant à droite sur feu rouge. De plus, les systèmes de transport intelligents (STI), qui permettent de réduire considérablement le temps de parcours, les délais et la consommation d'essence, montrent que le VDFR n'est pas une mesure efficace pour augmenter la capacité des intersections.

10.1 Pression des pneus

Une solution plus efficace que le VDFR pour la réduction de la consommation d'essence est l'entretien plus régulier du véhicule et, particulièrement, une vérification suivie de la pression des pneus. En effet, des données de Goodyear indiquent que la consommation de carburant augmente de 1% lorsque la pression des pneus d'un véhicule est inférieure de 2.96 psi (20.5 Kpa) à la pression recommandée par le fabricant.

Une enquête réalisée par la « National Highway Traffic Safety Administration » (NHTSA, 2001) a révélé que la pression moyenne des 4 pneus d'un véhicule était de 6.1 psi (42,06 Kpa) inférieure à la pression recommandée par le fabricant. Les données de cette enquête ont été colligées sur 11 530 véhicules, dont 6 442 automobiles, 1 874 véhicules sport utilitaire, 1 376 fourgonnettes et 1 838 camionnettes. Cette étude conclut qu'en moyenne la perte d'essence causée par des pneus sous-gonflés est de 2.06% de la consommation totale. Ainsi, la vérification hebdomadaire de la pression des pneus des véhicules permettrait d'économiser une bonne partie de cette perte.

Selon le sondage réalisé par le « National Center for Statistics and Analysis » (2001), en collaboration avec la NHTSA, même si 85% des conducteurs se sentent concernés par la pression de leurs pneus, seulement 25% utilisent la bonne méthode pour déterminer la pression recommandée par le manufacturier, c'est-à-dire en utilisant le manuel de l'utilisateur ou la fiche d'information de la pression des pneus. De plus, 48% de la population utilisent un manomètre, mais une proportion élevée (15%) de la population vérifie la pression visuellement. Ce sondage indique aussi que seulement 35% de la population vérifie la pression des pneus une fois par mois ou plus.

Cette étude réalisée par la NHSTA montre non seulement que les gens sont mal informés sur les méthodes de vérification de la pression des pneus, mais qu'ils sont probablement inconscients des dangers. Aux États-Unis, environ 23 000 collisions par année sont causées par des crevaisons ou des explosions de pneus. Parmi ces accidents, on compte 414 décès et 10 275 blessés. Ainsi, contrairement au VDFR, une pression adéquate des pneus augmente la sécurité des usagers de la route tout en permettant des économies d'essence non-négligeables.

10.2 Techniques de conduite

Une bonne technique de conduite permet aussi une diminution remarquable de la consommation. Entre un conducteur qui utilise une bonne technique et un autre qui utilise une mauvaise technique, il peut y avoir des différences de 20% dans la consommation de carburant, pour un même parcours et des temps équivalents. Par exemple, ECO-DRIVE rapporte une différence de 11% dans la consommation de ses étudiants par rapport à un groupe contrôle. On recommande essentiellement de regarder loin pour prévoir les situations qui vont se dérouler et, ainsi, éviter le plus possible les freinages brusques et les arrêts complets. Remarquons que cette bonne habitude pour la consommation est aussi très favorable à la sécurité routière. On indique aussi qu'il faut accélérer en maintenant la pédale d'accélérateur enfoncée aux $\frac{3}{4}$ pour obtenir des accélérations franches et qu'il faut changer les rapports de vitesse à bas régime pour atteindre la vitesse désirée. Cette technique fait fonctionner le moteur dans sa zone optimale d'efficacité et réduit donc la consommation.

10.3 Systèmes de transport intelligents

Une autre solution encore plus efficace pour diminuer la consommation de la pollution et la congestion est l'utilisation de systèmes de transport intelligents (STI), car ils permettent d'améliorer le système de transport en le rendant plus efficace et plus sécuritaire, sans qu'il soit nécessaire d'investir dans de nouvelles infrastructures qui sont beaucoup plus coûteuses.

L'utilisation des STI, principalement de systèmes de coordination des feux, a fait sa preuve dans plusieurs grandes villes à travers le monde. En 1990, la ville de Toronto dotait 75 intersections d'un système de régulation adaptative de la circulation en temps réel appelé SCOOT (Split Cycle Offset Optimization Technique). Selon des évaluations de Siemens Automotive USA (1995), le temps de parcours serait réduit de 8%, le nombre d'arrêts des véhicules de 22%, les délais de 17%, la consommation d'essence de 5.7%, les émissions d'hydrocarbure de 3.7% et les émissions de monoxyde de carbone de 5.0%. En se basant sur tous ces résultats positifs, ce système fut étendu à environ 250 intersections supplémentaires.

Un rapport de Proper et al.(2001) du US Department of Transportation a recueilli les bénéfices de l'exploitation de STI dans plusieurs grandes villes, telles Sao Paulo, Madrid et Phoenix. Dans la ville de Sao Paulo au Brésil, la réduction des délais, depuis l'implantation d'un système de contrôle de signalisation, serait de 4% et l'augmentation de la vitesse de 14%. À Madrid en Espagne, l'instauration d'un tel système sur 107 intersections aurait diminué le temps de parcours de 5%. Ainsi, le débit aurait été amélioré par une réduction du nombre d'arrêts de 10% et des délais de 19% aux intersections. Des études sur la coordination des feux de circulation à Phoenix auraient établi une augmentation de la vitesse de 6.2%, une diminution de la consommation d'essence de 1.6%, une diminution des émissions de monoxyde de carbone de 1.2% et une réduction des risques de collisions de 6.7%.

En plus de réduire le trafic et la consommation d'essence, les systèmes de contrôle des feux en temps réel améliorent aussi la sécurité des usagers de la route. Un rapport de Transports

Canada (1999) indique que le projet FAST-TRAC à Oakland entraînerait une réduction de 89% des accidents sur virage à gauche, une réduction de 27% du nombre total de blessures et une réduction de 100% des blessures graves. Ce même rapport indique que Guidestar TMS à Minneapolis aurait permis une réduction de 25% des accidents, tout en augmentant la vitesse moyenne de 35% à l'heure de pointe et la capacité routière de 22%.

Un autre système de transport intelligent est la détection automatique des piétons aux feux de circulation. À plusieurs intersections dans la province, on observe une mauvaise gestion des feux de piétons qui résulte en une attente inutile des conducteurs. En effet, il est très fréquent que les conducteurs attendent après les feux de piétons, même s'il n'y a aucun piéton. Des études à Los Angeles, Rochester, New York et Phoenix répertoriées dans le rapport de Proper et al. (2001) indiquent que la détection automatique de piétons aux feux de circulation améliore la sécurité. Ces études révèlent une diminution de 81% des piétons traversant sur un signal « Don't walk ». Les conflits durant la première moitié de la traversée auraient été réduits de 89% et ceux de la deuxième moitié de 42%. Les conflits impliquant un virage à droite auraient diminué de 40% et tous les autres conflits de 76%. Ces diminutions sont attribuables à une détection efficace et à une extension du signal pour les piétons.

Malheureusement, ces solutions ne semblent pas avoir trouvé faveur au Québec. Pourtant, une étude des Travaux publics et Services Gouvernementaux (1999), réalisée pour le compte du « Transportation Table of the National Climate change », évalue que l'utilisation de 4 376 signaux lumineux adaptatifs (gestion en temps réel) installés au Canada en 2010 diminueraient la consommation d'essence de 57 millions de litres et réduiraient les pertes de temps dans la circulation de 18 millions d'heures. Cette étude rejoindrait les conclusions d'une autre étude de l'ITE (Institute of Transportation Engineering, 1980), qui évaluait à 3.5% la réduction de consommation permise par une amélioration des systèmes de gestion de la circulation et à seulement 0.5% la réduction de consommation engendrée par le VDFR.

10.4 Signalisation

Lord (2001) fait remarquer que le Québec est affligé d'une signalisation trop fréquente aux intersections. Je ne suis pas en mesure de porter un jugement d'expert sur cette observation, mais il est clair que cela pourrait avoir une influence sur la fluidité de la circulation et sur la consommation de carburant. Il faudrait donc s'assurer que les critères d'utilisation des feux et des arrêts sont appropriés et qu'ils sont respectés. Entre autres, on peut lire dans le Guide de Signalisation Routière du Québec que le panneau « Arrêt » doit être installé à une intersection et qu'il ne doit pas être utilisé à la seule fin de faire ralentir la circulation. Par endroits au Québec, il est facile de voir que ce n'est pas le cas, puisqu'on peut voir des panneaux d'arrêt obligatoire installés entre deux intersections.

11 DISCUSSION

Les études américaines réalisées à la fin des années 70 utilisaient des techniques d'analyse et de contrôle moins performantes que celles présentement disponibles. Il est donc difficile de se fier à leurs résultats qui, toutefois, pour la plupart, semblaient indiquer une augmentation du nombre de blessés suite à l'introduction du VDFR.

L'analyse de Birikundavyi (2002) réalisée sur le projet pilote montre que **le nombre de collisions avec blessés a augmenté mais, contrairement à ce que l'on pourrait croire, les collisions avec piétons et cyclistes ont plutôt diminué**. De toutes façons, **ces variations ne sont pas significatives** et Birikundavyi propose donc un plan d'expérience et d'analyse qui, étendu sur quelques années, permettrait de se prononcer sur le risque précis occasionné par le VDFR. Mes propres observations semblent confirmer l'analyse précédente, puisque j'ai observé de fréquents conflits entre véhicules, mais peu avec des piétons et des cyclistes. Il faut par contre comprendre que le trafic de piétons aux intersections où le VDFR est permis est relativement faible et est donc plus difficile à observer.

Basé sur les résultats de l'expérience pilote à la grandeur de la province de Québec, et en excluant la ville de Montréal, on peut croire, en faisant une simple projection, que l'implantation du VDFR pourrait entraîner jusqu'à 162 blessés, légers pour la plupart.

L'étude de Lyon (2001) montre quand même que le VDFR a entraîné à Toronto des blessures à 108 piétons sur une période de moins de 2 ans. L'étude de Thouez (2002) montre que le comportement des usagers de la route à Toronto et à Montréal est sensiblement différent, celui des usagers de Montréal offrant un comportement moins prudent que ceux de Toronto.

Mes rencontres et les observations réalisées avec des handicapés visuels montrent qu'ils seraient directement touchés par cette mesure, ce qui irait à l'encontre des politiques gouvernementales qui favorisent le retour aux activités normales de tous les handicapés.

Les avantages du VDFR sont peu perceptibles, puisqu'on estime généralement à 15 secondes par jour le gain de temps et à 0.15% de la consommation l'économie de carburant. Ces gains, bien qu'importants au total, sont individuellement minimes, alors que d'autres méthodes peuvent être mises en œuvre pour obtenir des gains bien supérieurs et, entre autres :

- la vérification fréquente de la pression des pneus des véhicules permettrait une diminution de 2% de la consommation, ainsi qu'une réduction des collisions et des blessés causés par une pression trop faible;
- l'utilisation de systèmes intelligents du contrôle de la circulation, qui promettent une diminution de 8% du temps de parcours et de 5% de la consommation en carburant, ainsi qu'une réduction importante du nombre de collisions;
- l'utilisation de techniques de conduite économiques;
- de ne pas utiliser une signalisation trop fréquente.

12 CONCLUSIONS

En conclusion, le VDFR ne semble pas avoir d'impact significatif sur la sécurité routière. Toutefois, les bénéfices que l'on croit pouvoir en retirer semblent peu importants, alors que d'autres moyens, bien plus performants, pourraient être mis en œuvre pour diminuer les temps d'attente et réduire la consommation de carburant, et évidemment l'émission de polluants, des véhicules en attente aux intersections. Il semble donc préférable que le gouvernement du Québec favorise la mise en œuvre de ces moyens, plutôt que de favoriser le VDFR.

Si jamais le gouvernement du Québec voulait quand même implanter le VDFR, bien que cette mesure ait, entre autres, un impact négatif sur la mobilité des handicapés visuels, cela devrait s'inscrire dans une politique globale favorisant la sécurité des piétons, des cyclistes et des autres usagers de la route qui, au Québec, semblent avoir des comportements plus délinquants qu'ailleurs.

REMERCIEMENTS

Je voudrais d'abord remercier tous ceux qui m'ont directement aidé dans mon mandat, en réalisant des travaux dont le résultat apparaît dans ce rapport. Il s'agit, par ordre alphabétique, de:

M. Olivier Bellavigna-Ladoux (Génie mécanique, École Polytechnique)
Professeur Jacques Bergeron (Psychologie, Université de Montréal)
M. Salvator Birikundavyi (STM)
M. Noël Champagne (Fondation MIRA)
Professeur Bernard Clément (Mathématiques et génie industriel, École Polytechnique)
M. Marcellin Gangbè (Géographie, Université de Montréal)
Professeur Jean-Pierre Thouez (Géographie, Université de Montréal)

Je voudrais ensuite remercier les personnes qui ont bien voulu se prêter à nos expériences et ainsi, peut-être, se mettre en danger. Il s'agit de :

Mme Rachel Castonguay
M. Christian Chartrand
M. Normand Lefebvre
M. Denis Marcil
M. Raymond St-Pierre

Je voudrais finalement remercier toutes les personnes qui ont bien voulu me rencontrer ou me parler pour m'aider dans ma démarche. Ils ont tous été ouverts et de bons conseils et, même si je n'ai pas toujours accepté leurs arguments ou leurs positions, car il y a toujours deux côtés à la médaille, je les ai toujours écouté avec attention. J'espère sincèrement n'oublier personneles voici, encore une fois par ordre alphabétique :

M. Fabian Allard (Ressources Naturelles Canada)
Mme Line Ampleman (INLB)
Mme Louise Aubert (FADOQ)
M. Salah Barj (STO)
M. Christian Boulay (Association rue pour tous)
M. Paul A. Bourque
M. Maxime Brault (SAAQ)
M. Erik Brunet (Ressources Naturelles Canada)
M. Richard Carol (Ville de Montréal)
M. Gabriel Collard (INLB)
M. Carmel B. Dufour (STO)
Mme Nicole Filion (Conférence des organismes des personnes handicapées du Québec)
M. Tom Fitzgerald (Ville d'Ottawa)
M. Georges O. Gratton (STO)
Mme Hélène Guérette (INLB)
Mme Louise Guimond (SAAQ)
M. Sylvain Haince (MTQ)
M. Steven T. Kodama (Ville de Toronto)
M. Dominique Lord (Texas Transportation Institute)
Prof. Brian Persaud (Ryerson Polytechnic Institute)
M. Serge Poulain (Association des aveugles et amblyopes du Québec)
Mme Carole Zabihaylo (INLB)

LISTE DES RÉFÉRENCES

American Association of State Highway Transportation Officials. Safety and delay impacts of right turn on red. Washington, D.C.: AASHTO, 1979, 28 p.

Association Québécoise du transport et des routes (AQTR). - Recommandations sur la politique des virages à droite aux feux rouges. Montréal, Québec: Bureau des économies d'énergie, 1978, 23 p.

Baumgaertner, W.E. ... After Stop: Compliance with Right Turn on Red After Stop. ITE Journal, 1981, Vol 51, no 1., P 19-22.

Bergeron J., Thouez J-P., Bélanger-Bonneau H., Bourbeau R. et al. - Étude des conflits entre piétons et automobilistes. Montréal: Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, 2000.

Bergeron J., Bélanger-Bonneau H., Rannou. et al. Influence des caractéristiques des individus et de l'environnement sur le taux de respect de la signalisation chez les piétons et les cyclistes, Centre de recherche sur les transports, Université de Montréal, Canada.

Blincoe L., Seay A., Zaloshnja E., et al. - The economic Impact of Motor Vehicle Crashes. Rapport DOT HS 809 446. (En Ligne) Washington D.C: U.S department of Transportation, NHTSA, 2000. Disponible sur : www.nhtsa.dot.gov/people/economic/EconImpact2000/EconomicImpact.pdf (Consulté le 18-07-2002)

Bourque, H. - La sécurité routière : perception et réalité. Routes et Transports. 2001, Vol 30, No.3, pp. 28-32.

Brunet Erik, Ressources Naturelles Canada, Office de l'efficacité énergétique. Calcul de marche au ralenti.

Compton R.P., Milton E.V.. - Safety impact of permitting right-turn-on-red : a report to Congress. DOT-HS-808. (En Ligne) Washington, D.C: U.S Department of Transportation, 1994, 27 p, A-20 p. Disponible sur : www.nhtsa.dot.gov/people/injury/research/pub/rtor.pdf (Consulté le 10-05-2002)

Clark J.E. & al. - Public good relative to right turn on red in south-Carolina and Alabama. Transportation Research Record 926, 1983, 24-31.

Culley E.K., Donkor F.. – Valuation of Passenger Travel Time Savings. TP No. 11788. Ottawa, Ontario: Economic Evaluation Branch, Transport Canada, 1993, 73 p.

Davis, S.E., Robertson, H.S., King, L.E.. - Pedestrian/Vehicle conflicts : An accidents prediction model. Transportation research Record 1210, 1983,1-11.

Delcan Corporation, A.K. Socio-Technical Consultants. Traffic - Congestion Impact on CO2 Emissions in Canada. (En Ligne) Rapport Final. Étude préparée pour Ressources Naturelles Canada (NRCan)/Government Industry Motor Vehicle Energy Committee (GIMVEC), 1999, 12 p. Disponible sur:
<http://oee.nrcan.gc.ca/english/programs/pdfs/Doc4e.pdf>
(Consulté le 15-07-2002)

Deluc. - Possibilité d'implantation d'une politique de virage à droite sur feux rouge. Québec (Québec) : Bureau des économies d'énergie, 1987,19 p.

Deluc. Politique de virage à droite sur feu rouge : document synthèse. Société de transport de l'Outaouais, 1991.

Dussault C., Laplante D., Richard C.. - Examen critique de la documentation et analyses avantages/inconvénients, SAAQ, Ministère des Transports du Québec, Ville de Montréal, 1992.

Environmental Protection agency. Emission Facts, Idling Vehicle Emission. EPA420-F-98_014 (En Ligne). 1998, 4 p. Disponible sur :
<http://www.epa.gov/otaq/consumer/f98014.pdf>
(Consulté le 01-08-2002)

Fleck J.L, Yee B.M.. - Safety evaluation of right turn on red. ITE Journal, Juin 2002; Vol. 72, No. 6; 46-48.

Finn S.. - Perceptions à l'égard du virage à droite sur feu rouge. Rapport de recherche, Léger Marketing, Janvier 2001.

Finn S.. - Évaluation de la campagne publicitaire « Virage à droite au feu rouge », Rapport d'étude, Léger Marketing, Mars 2001.

Finn S.. - Évaluation du projet pilote « Virage à droite au feu rouge », Rapport d'étude, Léger Marketing, Septembre 2001.

Gouvernement du Canada - Mesures prises en vertu de la convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, Troisième rapport National du Canada sur les changements climatiques No de cat. En21-125/2001F (En Ligne) 2001. Disponible sur :
<http://www.climatechange.gc.ca/french/3rn/toc.html>
(Consulté le 06-06-2002)

Gouvernement du Québec. - Loi assurant l'exercice des droits des personnes handicapées. Chapitre E-20.1. Disponible sur :
<http://publicationsduquebec.gouv.qc.ca/fr/frame/index.html>
(Consulté le 24-07-2002)

Ghassan A-L. - Models for right-turn-on-red and their effects on intersection delay. Transportation Research record 1572, 1996, 131-139.

Guérette H.. - Le VDFR et son impact sur les déplacements des personnes handicapées visuelles. Institut Nazareth et Louis-Braille, 23 Novembre 2001.

Guérette H., Zabihaylo C.. - Une approche d'enseignement de l'orientation et mobilité pour les déplacements avec chien-guide. (Vidéocassette) Institut Nazareth et Louis-Braille.

Hooper K.G., ITE. - Technical Council Reacts to the Latest Right Turn on Red Controversy. ITE Journal, Juillet 1981. P61-62.

Huang H.. - The effects of NO TURN ON RED/YIELD TO PEDS variable Message Signs on Motorist and Pedestrian Behavior (En Ligne) Préparé pour Florida Department of Transportation, 2001, 16 p. Disponible sur :
http://www11.myflorida.com/safety/ped_bike/handbooks_and_research/research/nrtor%20yieldtoped%20blankout%20signs%20research.pdf
(Consulté le 10-07-2002)

Hunter W.W, Stutts J.C., Pein W.E, et al.. - Pedestrian and Bicycle Crash Types of the Early 1990's. FHWA-RD-95-163. Office of safety and Traffic Operations R&D, Federal Highway Administrations, 1996.

Institute of Transportation Engineers. - Right Turn on Red After Stop. Issue Paper. ITE. Washington, D.C: 1981.

ITE Technical council committee 4M-20 - Driver behavior at right-turn-on-red locations, ITE Journal, 1992, v62, n4, P 18-22.

Jardine, K.M. et al.. - Right turning on Red signals : A Report. Highway Traffic and Motor Transport Board. Washington, D.C: 1969, 26 p.

Leden L.. - Pedestrian risk decrease with pedestrian flow. A case study based on data from signalized intersections in Hamilton, Ontario. Accident Analysis and Prevention 34, 2002, p 457-464.

Lie Anders. - The vision Zero concept and the potential effects on accidents investigations, Swedish National Road Administration, Acte de la XIIe Conférence canadienne multidisciplinaire en sécurité routière; 10-13 juin 2001, London, Ontario.

Lord, D., Smiley, A., Haroun, A. -. Pedestrian Accidents with Left-Turning Traffic at Signalized Intersections : Characteristics, Human Factors and Unconsidered Issues. Présenté au “77th Annual TRB Meeting”, 1998, TRB, Washington, D.C.

Lord D.. - Synthèse et discussions des expériences du virage à droite au feu rouge dans les provinces canadiennes et les états américains, Routes et Transport, 2002, Vol 31, No 2, pp 10-20.

Lyon C., Persaud B., Hadayeghi A. - City of Toronto Pedestrian Collision Pilot Project. Report to the city of Toronto, Ontario, 2001, 36 p.

MacFadden, J., McGee, H.W.. - Synthesis and Evaluation of Red Light Running Automated Enforcement Programs in the United States. FHWA-IF-00-004. (En Ligne) U.S. Washington, D.C. Department of Transportation, 1999, 35 p. Disponible sur : <http://safety.fhwa.dot.gov/fourthlevel/pdf/rlrfinal.pdf> (Consulté le 25-07-2002)

McGee, H.W.. - Accident Experience with Right-Turn-on-Red. Transportation Research Record 644, 1976, pages 66-75.

MTQ. Livre vert - La sécurité routière au Québec : Un défi collectif. Document consultatif préparé par le gouvernement du Québec. Ministère des Transports du Québec. Québec, Québec : 1999, 63 p. Disponible sur : http://www.velo.qc.ca/velo_quebec/Documents/casque/livrevert.pdf (Consulté le 20-05-2002)

MTQ. -. Arrêtez, Regardez, Tournez!. Évaluation des projets pilotes sur le virage à droite sur feu rouge. Bilan consultatif préparé par le gouvernement du Québec. Ministère des Transports du Québec. Québec, Québec: 2001, 191 p. Disponible sur : <http://www.mtq.gouv.qc.ca/documentation/publications/virage.pdf> (Consulté le 15-05-2002)

Mohammad A.Q., Lee D.H.. - Delay Model for Right-Turn Lanes at Signalized Intersections with Uniform Arrivals and Right Turns on Red. Transportation Research Record 1776, 2001, p 143-150.

Mulhoney & al.. - Operational Effect of RTOR in New-Jersey. Report FHWA/NJ-84-010. Trenton, N.J.: Bureau of Transportation Systems Research and Demonstration, New Jersey Department of Transportation.

National Center for Statistics and Analysis. - Tire pressure special study : Interview Data. DOT HS 809 316. (En Ligne) Washington D.C.: U.S Department of Transportation. NHTSA., 2001, 4 p. Disponible sur : <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-30/NCSA/RNotes/2001/809-316.pdf> (Consulté le 30-05-2002)

National Center for Statistics and Analysis. - Tire pressure special study : Methodology. DOT HS 809 315. Washington D.C.: U.S Department of Transportation. NHTSA. 2001.

National Center for Statistics and Analysis. - Tire pressure special study : Vehicle Observation Data. DOT HS 809 317. Washington D.C.:U.S Department of Transportation. NHTSA., 2001.

NHTSA. - Outline for Low Tire Pressure Warning System Regulatory Evaluation. Tire Pressure monitoring system FMVSS No.138 (En Ligne), 2001. Disponible sur : www.nhtsa.dot.gov/cars/rules/rulings/tirepressure/LTPWCOVER.html

NHTSA (2000) - Automotive Fuel Economy Program. Fuel Economy report to congress. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.
<http://www.nhtsa.dot.gov/cars/problems/studies/fuelecon/index.html>
(Consulté le 30-05-2002)

Preusser D.F. & al.. - The effect of right-turn-on-red on pedestrian and bicycle accidents : final report. DOT HS 806182. Washington, D.C. NHTSA, 1981.

Preusser D.F., Leaf W.A., DeBartolo K.B., et al. - The effect of Right-Turn-on-Red on Pedestrian and Bicycle Accidents, Journal of Safety Research, 1982, Vol 13, pp 45-55.

Proper A.T., Maccubbin R.P., Goodwin L.C.. - Intelligent Transportation Systems Benefits : 2001 Update, Report No. FHWA-OP-01-024, Washington D.C: U.S. department of Transportation, 2001.

Public Works and Government services Canada. - Climate Change- Transportation Table. GHG Reduction Benefits of the Deployment of Intelligent Transportation Systems on Canada's Road/Highway Network, Rapport final. 1999.

Office des personnes handicapées du Québec. - À Part... Égale. (vidéocassette). Réalisée par la direction générale des publications gouvernementales du ministère des Communications, 1984.

Office des personnes handicapées du Québec. - Bilan du suivi des recommandations de la politique À Part...Égale, 1992.

Retting, R.A., Nitzburg M.S, Farmer C.M, et al. - Field Evaluation of Two Methods for Restricting Right Turn on Red to Promote Pedestrian Safety. ITE Journal, 2002 Vol. 72, No 1, 32-36.

Retting, R.A., Ulmer, R.G., Williams, A.F. - Prevalence and Characteristics of Red Light Running Crashes in the United States. Accident Analysis & Prevention. 1999, Vol. 31, pp. 687-694.

Ressources Naturelles Canada. - Émission de CO₂ par litre d'essence pour un moteur en marche au ralenti. (En Ligne). Disponible sur :
<http://oee.nrcan.gc.ca/auvolant/ralenti/e6.cfm?Text=N>
(Consulté le 06-08-2002).

Ressources Naturelles Canada. - Émission de CO₂ pour le Québec (En Ligne) Disponible sur :
<http://atlas.gc.ca/site/francais/maps/climatechange/atmospherestress/greenhousegasemissionbygas>
(Consulté le 08-06-2002)

SAAQ. - Bilan routier régional. Société d'assurances automobiles du Québec. Québec, Québec, 2001.

Sakar, S., Van Houten, R., & Moffat, J.. - Missed opportunity: Educating drivers about pedestrian hazards at intersections. Transportation Research Record.

Seneviratne, P.N., Shuster, E.M., - Characteristics of pedestrian accidents in Montreal central business district. Transportation Research Record 1210, 1998 19-30.

Siemens Automotive, USA. SCOOT in Toronto. - Traffic Technology International, 1995.

Société de transport de l'Outaouais. - Analyse du projet-pilote dans l'Outaouais, Décembre 2001.

SOM recherches et sondages. - Évaluation du projet pilote « Virage à droite au feu rouge », Novembre 2001.

Statistiques Canada. - Immatriculations de véhicules automobiles. 2001. Disponible sur:
http://www.statcan.ca/francais/Pgdb/Economy/Communications/trade14b_f.htm (Consulté le 02-08-2002)

Tarawneh, M.S., McCoy, P.T.. - Effect of intersection Channelization and Skew on Driver Performance, Transportation record research 1523, Nov. 1996.

Tarko, A.P.. - Predicting Right Turns on Red. Transportation Research Record 1776, 2001, 138-142.

Transports Canada. - Un plan des systèmes de transport intelligents (sti) pour le Canada : En route vers une mobilité intelligente (En Ligne), TP 13501 F. 1999. Disponible sur :
www.its-sti.gc.ca
(Consulté le 01-06-2002)

Transports Canada. - Nombre de véhicules immatriculés et consommation de carburant en litre, 1997. Disponible sur :
<http://www.tc.gc.ca/pol/fr/excelspreadsheets2/highwayf.html>
(Consulté le 02-08-2002)

Virkler, M.R, and Ramana, R.M.. - Capacity for right turn on red. Transportation Research Record 1484, 1995, 66-72.

Ville de Montréal. - La sécurité routière au Québec : un défi collectif. Présenté à la commission des transports et de l'environnement, Montréal, Québec, 2000.

Wagner, F.A.. - Energy Impacts of Urban Transportation Improvements. Alexandria, Virginia, Institute of Transportation Engineers, 1980, 59 p.

Zador, P.L.. - Right Turn on Red Laws and Motor Vehicle Crashes : A Review of the Literature. Accident Analysis & Prevention. 1984, Vol. 16, No. 4, pp. 241-245.

Zador, P.L., Moshman, J., Marcus, L.. - Adoption of Right Turn on Red : Effects on Crashes at Signalized Intersections. Accident Analysis & Prevention. 1982 Vol. 14, No. 3, pp. 219-234.

Zegeer, C.V., Cynecki, M.J.. - Determination of Motorist Violations and Pedestrian-Related Countermeasures Related to Right-Turn-on-Red. Transportation Research Record 1010, 1985, P 16-28.

ANNEXES A: Rapport de Bernard Clément

ANNEXES B: Rapport de Salvator Birikundavny

ANNEXES C: Rapport de Gangbè, Thouez et Bergeron

ANNEXES D: Rapport de Bergeron

ANNEXES E: Résolution de l'AER

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	2
Résumé et commentaires sur les études	2
Conclusion	16
Bibliographie	19

ANNEXES : analyses détaillées des études

RÉSUMÉ : BILAN : <i>Arrêter, Regarder, Tournez !</i> (2001)	26
A1. Rapport MTQ-SAAQ (annexe A) BILAN: <i>Arrêter, Regarder, Tournez !</i> (2001)	28
A2. Rapport LORD (annexe B) BILAN: <i>Arrêter, Regarder, Tournez !</i> (2001)	36
A3. PERSAUD, B. N. RETTING, R. A., GARDER, P., LORD, D. (2000) <i>Observational Before-After Study of the Safety Effect of U.S. Roundabout Conversion Using the Empirical Bayes Method</i> . Transportation Research Record series. TRB, Washington, D. C.	43
A4. MacFADDEN, J., McGEE, H. W. (1999) <i>Synthesis and Evaluation of Red Light Running Automated Enforcement Programs in the United States</i> . FHWA-IF-00-004. U. S. Department of Transportation, Washington. D. C.	45
A5. NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (1994?) <i>Study Regarding Impact of Permitting Right and Left Turns on Red lights</i> . 25 pages,	46
A6. DUSSAULT, C., LAPLANTE, D., RICHARD, C. (1992) <i>Le virage à droite sur feu rouge : examen critique de la documentation et analyse avantages/inconvénients</i> . Rapport préparé pour le congrès annuel de l'AQTR, Québec.	47
A7. MULLOWNEY, W. L. DAVIS, T. D. (1984). <i>Operational Effects of RTOR in New Jersey</i> . New Jersey Department of Transportation, Bureau of Transportation Systems Research. Report No FHWA/NJ-84-010. Trenton, N. J.	49
A8. CLARK, J. E., MAGHSOOLDLOO, S., BROWN, D. B.+ (1983). <i>Public Good Relative To Right-Turn-On-Red in South Carolina And Alabama</i> . Trans.Research Record 926.pp. 24-31.	51
A9. PREUSSER, D. F. LEAF, W. A., DeBARTOLO, K. B., BLOMBERG, R. D., LEVY, M. M. (1982) <i>The Effect of Right-Turn-on-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents</i> Accident Analysis & Prevention. Vol. 13, No. 2, pp. 45-55.....	52
A10. ZADOR, P. MOSHMAN J., MARCUS, L.. (1982). <i>Adoption of Right Turn On Red : Effects on Crashes at Signalised Intersections</i> . Acci. Ana. and Prev. Vol. 14, No 3. pp. 219-234	53
A11. AASHTO : AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS (1979) <i>Safety and Delay Impact of Right Turn on Red</i> . Washington, D.C.	55
A12. McGEE, H. W. (1976). <i>Accident Experience With Right Turn On Red</i> . Transportation Research Record # 644. pp. 66-75.	56

INTRODUCTION

Le Québec et la ville de New York font exception en Amérique du Nord concernant la possibilité, pour un automobiliste, de faire un virage à droite sur un feu de circulation en phase rouge si certaines conditions sont remplies. Ce rapport présente une analyse critique de 12 documents (articles et rapports gouvernementaux) concernant cette manœuvre. En particulier, il passe en revue le rapport bilan de l'expérience pilote qui a été menée au Québec entre janvier 2001 et janvier 2002 dans cinq régions du Québec, 26 municipalités et 378 feux de signalisation avec la permission de faire un virage à droite sur feu rouge (VDJR).

La partie principale de ce rapport est la section intitulée RÉSUMÉ et COMMENTAIRES qui, comme son titre l'indique, fait une synthèse de 12 documents selon un ensemble de critères communs. Cette section repose sur une analyse détaillée des mêmes documents que l'on peut retrouver en annexe. Les commentaires dégagés et que nous avons jugé les plus pertinents constitue la conclusion globale de ce rapport.

RÉSUMÉ ET COMMENTAIRES SUR LES ÉTUDES

Cette section du rapport présente un résumé et des commentaires sur les études retenues concernant la problématique du virage à droite sur feux rouges (VDJR). Les études choisies répondaient à au moins un des critères :

- présentation de données d'accidents désagrégées (brutes) pouvant être soumises à une nouvelle analyse statistique;
- présentation d'une première analyse statistique sur un ou plusieurs ensembles de données;
- révision et discussion critique de plusieurs études;
- utilisation d'une méthode d'analyse statistique remarquable ou présentation d'une nouvelle technologie en sécurité routière.

Chaque étude est résumée en fonction des éléments :

- méthodologie;
- source des données;
- méthodes d'analyse statistique;
- résultats principaux;
- conclusions et recommandations principales;
- commentaires d'ensemble.

Une analyse plus détaillée de chaque étude est présentée en annexe. Pour chaque étude, on trouve des notes de lecture et des commentaires. Les études sont présentées en ordre chronologique décroissant de parution.

A1. Rapport MTQ-SAAQ (annexe A) BILAN: Arrêter, Regarder, Tournez ! (2001) (incluant le résumé)

Méthodologie : sondages et observations sur le terrain de 5 régions pilotes,
26 municipalités, 493 intersections à feux de circulation :
378 feux avec VDFR permis (77%) et 115 feux avec VDFR interdit (23%).

Source des données : 4 sondages, 1200 heures d'enregistrements vidéo,
400 heures d'observations par des enquêteurs,
63 729 manœuvres VDFR observées
visionnement, codification, suivi des accidents

Méthodes d'analyse statistique : données compilées sous forme de tableaux

Principaux résultats : tableau du nombre d'accidents (p. 17)
tableau du nombre d'usagers blessés (p. 18)
tableau 6.1 (p. 66) : respect de l'interdiction du VDFR - global et ventilation
par région, par type d'intersection, et autres caractéristiques
tableau 6.2 (p. 68) : comparaison avant- après

Principales conclusions/recommandations

- Les auteurs semblent opposés à l'adoption du VDFR à cause des conflits engendrés.
- La population est favorable au VDFR à 80%.
- Environ 30% des automobilistes font une manœuvre VDFR conforme et ce taux est semblable à un signal d'arrêt d'un carrefour.
- Le VDFR occasionne moins de 1% de tous les accidents reportés.
- 2% des VDFR occasionne des conflits véhicule - piétons.

Commentaires

Suivi des accidents VDFR recensés (tableau p. 17, p. 18, + feuille additionnelle au rapport)

Période : 15 janvier 2001 au 22 mai 2002

GRAVITÉ ACCIDENTS					
RÉGIONS	mortels	graves	légers	DMS	TOTAL
Drummonville	0	0	5	12	17
Saguenay	0	0	4	17	21
Lanaudière	0	0	0	6	6
Outaouais	0	0	7	8	15
Abitibi	0	0	8	11	19
TOTAL	0	0	24	54	78

Blessé léger : ne nécessite pas d'hospitalisation

24 blessés légers : 5 piétons 11 cyclistes et 7 conducteurs

- Il aurait été préférable de faire un tableau de comparaison AVANT vs APRÈS selon les 4 catégories GRAVITÉ ACCIDENTS. Les données d'accidents étaient disponibles (SAAQ).
- Le tableau montre aussi la possibilité d'avoir '*mal choisit*' certains feux parmi les 378 feux avec VDFR. Quelle est la distribution des 78 conflits selon les feux?
- Il aurait été intéressant d'avoir beaucoup plus de détails sur les blessés légers.
- Le tableau démontre le fait que la manœuvre VDFR présente un risque. Or, aucune manœuvre exécutée lors de la conduite d'une automobile a un risque NUL.
- Le résumé ne rend pas justice au rapport LORD. En particulier, **aucune** de ses recommandations est retenue et présentée dans le résumé.

A2. Rapport LORD (annexe B) BILAN: Arrêter, Regarder, Tournez ! (2001)

Méthodologie - recherche bibliographique: TRIS, FHWWA, IIHS, TTI, HSRC...
 - communication avec des personnes ressources, statistiques d'accidents....
 - envoi d'un questionnaire à des experts en sécurité routière

Source des données statistiques officielles de 2 provinces (Manitoba, Saskatchewan),
 3 villes canadiennes (Winnipeg, Hamilton, Toronto)
 4 états américains (Indiana, Maryland, Missouri, Illinois).
 autres études : Compton et Milton 1994 , Lyon et all 2001

Méthodes d'analyse statistique aucune ; présentation de tableaux

Principaux résultats (reproduction intégrale provenant du rapport)

- Le VDFR engendre des problèmes de sécurité relativement minimes tels que démontrés par les statistiques d'accidents.
- Le VDFR fonctionne relativement bien partout en Amérique du Nord.
- Le VDFR est accepté par la majorité des études scientifiques.
- Il existe des problèmes de sécurité beaucoup plus importants.
- 18 experts en sécurité routière consultés **sauf un** sont favorables au VDFR
- Le virage à gauche est plus dangereux que le VDFR pour la sécurité des piétons.
- La manœuvre est similaire à un carrefour muni d'un panneau d'arrêt.
- Il faut interdire le VDFR là où il y a une justification après analyse de chaque carrefour à feux.
- Les gains en mobilité sont supérieurs à une diminution possible de la sécurité.
- Il est vrai que plusieurs études effectuées lors de l'introduction du VDFR aux USA ont des défaillances méthodologiques.
- Les études AVANT-APRÈS doivent être effectuées avec la méthode Bayes empirique.

Principales conclusions/recommandations (provenant intégralement du rapport)

- Il serait surprenant que le VDFR ne puisse pas fonctionner au Québec.
- La question la plus importante est : le VDFR peut être une mesure efficace et applicable pour le Québec ? Si la réponse à cette question est positive, **il est impératif que le gouvernement du Québec examine les points suivants :**
 1. préparer des études appropriées afin de déterminer les impacts réels sur la sécurité du VDFR ;
 2. préparer une étude sur les impacts économiques ;
 3. préparer des campagnes d'information ;
 4. préparer des critères d'interdiction du VDFR à certains carrefours à feux ;
 5. applique le VDFR de façon homogène sur l'ensemble du Québec ;
 6. examiner le statut spécial de Montréal ;
 7. revoir l'application des normes de la signalisation routière et du Code ;
 8. inclure un code pour le VDFR dans le rapport d'accident ;
 9. étudier les différents types de conception de voies exclusives de virage à droite ;
 10. évaluer les mesures visant à réduire les conflits piétons -véhicules ;
 11. éliminer la procédure où l'automobiliste ne peut pas tourner lorsque le feu piéton est allumé ;
 12. harmoniser les critères du VDFR avec les critères en application en Amérique ;
 13. étudier toutes les caractéristiques associées au VDFR.

Commentaires

- Le rapport de Lord est excellent à tous les points de vue.
- Le rapport a été totalement ignoré dans le RÉSUMÉ du Bilan.
- Le rapport conclut favorablement à l'introduction du VDFR au Québec dans une **approche globale** concernant la problématique de la sécurité routière au Québec et d'une révision importante de l'application de la signalisation.
- Il suggère que l'impact sur la sécurité par l'introduction du VDFR doit se faire par des études d'évaluation du risque. Il faut évaluer et comparer le risque de cette manœuvre avec d'autres manœuvres.
- Les études de comparaison *avant - après* doivent se faire avec la méthode empirique Bayes. Cette méthode a été employée avec succès dans l'étude d'impact sur la sécurité des carrefours giratoires. **Pourquoi le MTQ et la SAAQ n'a t-elle pas suivie cette méthode durant l'expérience pilote ?**
- Il est en accord avec le rapport Dussault sur certaines défaillances méthodologiques des études réalisées au USA dans les années 80.
- Il est en désaccord avec l'étude Dussault et ne considère pas que l'introduction du VDFR en Amérique du Nord fut une erreur fatidique.
- Les conclusions sont claires et les **recommandations sont pertinentes et pratiques.**

A3. Persaud, B. N., Retting, R.A.Garder, P.E., Lord, D.(2000)

Méthodologie étude statistique avec la méthode empirique Bayes (EB)

Source des données 23 carrefours giratoires (rond - point) au USA

Méthodes d'analyse statistique comparaison avant - après avec la méthode EB

Principaux résultats réduction de 40% de tous les types de collisions
et de 90 % pour les blessés graves

Principales conclusions/recommandations l'installation des carrefours giratoires doit être encouragée lors de la conception de nouveaux carrefours d'intersection.

Commentaires

- Ce rapport de recherche ne concerne pas directement la problématique du VDFR mais celle de l'impact sur la sécurité de l'introduction des carrefours giratoires.
- L'intérêt de l'article est indirect : présentation sommaire de la méthode EB et exemple d'application avec les données qui sont fournies dans l'article.
- **L'analyse des données du projet pilote aurait se faire avec la méthode EB.**
- L'expérience pilote aurait due se prolonger sur plusieurs années pour deux raisons :
 - cela aurait permis de recueillir une base de données suffisante pour l'application de la méthode EB;
 - il est établi que les conducteurs ont besoin d'une période de rodage au VDFR et que les données d'accidents de la première année sont biaisées vers le haut.

A4. McFadden, J., McGee, H.W.(1999)

Méthodologie implantation d'enregistrements photographique à des carrefours à feux de circulation pour détecter les violations du feu rouge (Red Light Running noté RLR)

Source des données 5 municipalités USA - durée 1994 à 1999

Méthodes d'analyse statistique tableaux synthèses avant - après

Principaux résultats - réduction des RLR 20% à 60%
 - augmentation importante (X 24) du nombre de contraventions

Principales conclusions/recommandations

- l'enlèvement des feux à faible de volume de trafic;
- l'ajustement de la durée des phases du signal;
- la technologie est une voie à privilégiée pour le renforcement de la sécurité routière;

Commentaires

- Cette étude n'est pas directement reliée au VDFR mais elle intéressante pour l'adoption d'un point de vue PROACTIF des autorités concernant la sécurité routière.

A5. NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (1994?)

Méthodologie étude sur l'implantation du Virage à Gauche sur Feu Rouge (VGFR)
à des carrefours de rencontre de deux sens uniques.

Source des données

- Base de données Fatal Accident Reporting System (FARS)
États : Illinois, Maryland, Indiana, Missouri 1989-1992
- Les données de 'fatal crash' constitue une *mesure potentielle* du problème.

Méthodes d'analyse statistique compilation de tableaux

Principaux résultats

- 84 blessés mortels entre 1982-1992; (*note : la période diffère de celle plus haut*)
Le système FARS ne discerne pas si le feu était rouge au moment de l'accident mais seulement que le VDVR était permit. Donc le nombre de blessés mortels est entre 0 et 84 et probablement plus près de 0 que de 84;
- 0.4% des accidents arrivent à une intersection où le VDVR est permit;

Principales conclusions/recommandations

- Il y a un nombre relativement petit de blessés chaque année qui sont causés par les VDVR.
- L'impact sur la sécurité du VDVR est faible.
- L'impact du VGFR n'a pas été étudié à cause du manque de données.

Commentaires

L'étude est correctement menée et ne semble pas présenter de failles méthodologiques. Il faut toutefois noter, que sur une période aussi longue (10 ans), plusieurs facteurs potentiellement importants, autre que le VDVR, peuvent influencer le nombre d'accidents avec virage à droite. Mais cela ne fait que réduire la part du VDVR comme une des causes du nombre d'accidents. Cela confirme que le VDVR est relativement sécuritaire et ne présente pas un risque intolérable.

A6. Dussault, C., Laplante, D., Masse, M., Richard C. (1992)

Méthodologie Intégration de données provenant de 9 études avec cueillette de données sur les accidents. 4 études sont retenues impliquant 17 états/villes américains

Source des données AASHTO 1979, Clark 1983, McGee 1976, Zador 1982, Preusser 1981

Méthodes d'analyse statistique

Intégration des données de plusieurs études indépendantes avec la méthode statistique de **méta -analyse**. Cette méthode corrige le danger d'une inférence erronée résultant de l'**agrégation** des données brutes avec des groupes de tailles très inégales. Cela permet d'éviter le piège du paradoxe de Simpson.

<u>Principaux résultats</u>	<u>Accidents VD avec blessures</u>	<u>changement(%)</u>	<u>probabilité</u>
	Piétons	+ 44.2	< 0.01
	Cyclistes	+ 58.6	< 0.01
	<u>Tous les accidents VD</u>	+ 9.4	< 0.01

Principales conclusions/recommandations

- L'introduction du VDFR au USA fut une décision précipitée et basée sur des motifs discutables.
- Les auteurs font une **recommandation défavorable** à l'implantation du VDFR au Québec.

Commentaires

L'étude de Dussault est novatrice par le souci d'intégration des autres études portant sur le VDFR. La littérature est passée au peigne fin et les failles méthodologiques de certaines autres études sont notées, en outre, l'absence d'un groupe contrôle dans certaines études. Mallowney (1984) avait été justement souligné ces failles méthodologiques.

Cette étude est basée sur une méthode de comparaison **avant-après** faite en intégrant plusieurs études indépendantes avec la méthode de **meta analyse**. Cette méthode est, en général, plus appropriée pour des études de type expérimental, où les sources de variabilité sont mieux contrôlées, que pour des études de type observationnel. Les données d'accidents sont de toute évidence le résultat d'une étude de type observationnel.

Le tableau présente les accidents avec blessures avec tous les niveaux de gravité confondus. Cette information n'était pas disponible dans les études employées. Mais si on se rapporte aux résultats de l'étude pilote, où aucun blessé grave n'a été observé sur un grand total de 63729 manœuvres VDFR, on peut supposer que la grande majorité des accidents avec blessures implique des blessés légers ne nécessitant aucune hospitalisation.

Enfin, il ne faut pas oublier, que dans ce tableau comme dans tous ceux provenant des autres études, que l'on associe toujours l'augmentation du nombre d'accidents avec virage à droite (VD), avec pour seule et unique cause qu'est l'introduction du VDFR. Nous croyons qu'il s'agit là d'une hypothèse simplificatrice et ainsi, la mesure de l'impact du VDFR est surestimée.

A7. Mullowney W. L. Davis T.D (1984)

Méthodologie étude des données d'accidents au New Jersey
avant et après l'implantation (1977) du VDFR

Source des données New Jersey 1975 à 1980

Méthodes d'analyse statistique test du khi-deux - tableau de contingence 2 x 2

<u>Groupe</u>	<u>période</u>	
	avant (75-76)	après (78-80)
Étude (VDFR)	a	b
Contrôle (non VDFR)	c	d

Principaux résultats tableau 5 (p. 42): test du khi deux
Toutes les intersections et ventilation selon plusieurs critères :
type de route, sévérité, période de la journée

Principales conclusions/recommandations

Les conclusions fortes sur les **effets négatifs du RTOR concernent les voies rapides**
(state highways) et non les routes locales et les routes de campagne (county).

Commentaires

- L'auteur souligne correctement les failles méthodologiques des études antérieures de la littérature sur le VDFR.
- L'auteur maîtrise bien les concepts et le design d'une étude statistique et a mis à profit ses connaissances statistiques pour la conception de son étude ; on peut toutefois ne pas être d'accord sur le choix du groupe contrôle formé avec les intersections sans VDFR.
- Le résultat du test du khi deux seulement est présenté sans les données brutes en forme de tableaux croisés.

A8. Clark, J. E., Maghsoodloo S., Brown D. R (1983)

Méthodologie étude des données d'accidents avant et après l'implantation du VDFR

Source des données South Carolina (1976-80) et Alabama (1974-1981)

Méthodes d'analyse statistique test du khi deux pour des tableaux 2 x 2 croisés
Variable (avant, après) x Variable (VD, non VD)
Ventilation des tableaux selon les catégories :
total, blessés, piétons,

Principaux résultats tableau 2 (AL) : test non significatif
tableau 3 (SC) : test significatif
tous les autres tableaux donnent des résultats non significatifs

Principales conclusions/recommandations

- Les auteurs concluent qu'il n'y a **aucune différence significative** dans les variations du nombre d'accidents impliquant les piétons dans l'ensemble des accidents avec virage à droite avant et après l'implantation du VDFR. (p. 30).
- Les auteurs concluent qu'il y a de nombreux bénéfices économiques résultant de l'introduction du VDFR pour l'état de South Carolina :
 1. économie de carburant : 59.4 millions gal /an (gal=gal US)
 2. réduction des émissions :
11013 tons monoxide de carbon / 730.4 tons hydrocarbures / 229 tons nitrogen oxides
 3. 1.3 à 7 millions heures / an

Commentaires

Cette étude est bien faite et ne présente pas de failles méthodologiques notables.

A9. Preusser, D. F., Leaf, A. DeBartolo, Blomberg R. D. Levy M. M. (1982)

Méthodologie étude de l'impact du VDFR sur les taux d'accidents impliquant les piétons et cyclistes

Source des données NY, WI, OH, New Orleans années 1973-1978

Méthodes d'analyse statistique étude de variation en %
Analyse de Box-Jenkins pour désaisonnaliser les données

Principaux résultats - augmentation significative du % d'accidents piétons et cyclistes avant et après l'implantation du VDFR
- analyse de la dynamique d'un accident impliquant un piéton/ cycliste

Principales conclusions/recommandations

- Il faut éduquer les piétons et les cyclistes.
- Il faut défendre l'implantation du VDFR à certains carrefours.
- Il faut penser à implanter des solutions d'ingénierie comme des
 - a) phase exclusive pour les piétons sans mouvement de véhicule incluant le VDFR
 - b) des indications au sol (boites) VDFR à l'arrêt pour que les piétons puissent traverser en arrière du véhicule

Commentaires

On peut contester le choix du groupe contrôle formé les accidents aux virages à gauche (VG) à des intersections avec feux de signalisation. L'argument est que la dynamique du VG est fondamentalement différente du virage à droite (VD). Cela ajoute un élément de variabilité qui rend la comparaison APRÈS / AVANT beaucoup moins sûre car elle assujettit l'hétérogénéité des unités statistiques employées.

Le commentaire sur le choix du groupe contrôle pour faire la comparaison APRÈS / AVANT

Applicable à cette étude ainsi qu'à la l'étude **A10**. Zador et al (1982)

Le choix d'un groupe contrôle formé des **mêmes** intersections avec feux de signalisation est un meilleur choix pour la raison suivante.

Un bon choix du groupe de contrôle permet l'application d'un test de différence sur l'écart observé (après - avant) du nombre d'accidents sur les mêmes unités statistiques (carrefours à feux). L'influence de tous les autres **facteurs secondaires** est mieux contrôlée car la variation (si elle existe) du nombre d'accidents est attribuable au **facteur principal de l'étude**. Dans le cas, le VDFR (oui, non) est notre facteur principal. Bien choisir le groupe de contrôle est une application du **principe de blocage** dans les études statistiques pour contrer l'effet de tous les facteurs secondaires qui peuvent affecter la variable de réponse.

Notons que le Dussault (1992) mentionne que le choix du groupe contrôle était formé de toutes les **intersections sans feux de signalisation**. Nous ne comprenons pas cette remarque car les tableaux présentés par Preusser et al dans l'article et aussi dans le rapport complet utilisent les virages à gauche comme groupe contrôle.

A10. Zador, P, Moshman, J., Marcus, L. (1982)

Méthodologie étude de l'impact du VDVR avec des données d'accidents

Source des données NJ, OK, TE, VA, WI, MD, TX, WA 1974-1977
Groupe study: NJ, OK, SC, TE, VA, WI
Groupe contrôle : MD, TX, WA

Méthodes d'analyse statistique tableau croisés et calcul du log odds ratio

GROUPE	VDVR		TOTAL
	avant	après	
Pas de VD	a	b	a + b
VD	c	d	c + d
TOTAL	a + c	b + d	a + b + c + d

Log odds ratio $\beta = \ln ((d/b)/(c/a))$

Interpretation de β

- mesure l'association entre colonnes (introduction du VDVR) et la fréquence relative des rangées (accidents VD)
- β est positif si VD augmente /- β est négatif si VD décroît
- $\beta = 0$ si les fréquences des cellules sont proportionnelles : $a/b = c/d$
- β ne change pas si les entrées du même rangée ou une même colonne sont multipliées par une même quantité
- β est distribuée approximativement $N(0, \sigma^2)$ avec $\sigma^2 = 1/a + 1/b + 1/c + 1/d$
- la différence entre la valeur de β pour les deux groupes permet de tester l'impact du VDVR

Principaux résultats

table 4-5

States	β	σ	$Z = \beta / \sigma$
Study	0.146	0.000191	10.4
Control	-0.042	0.000136	-3.50

$Z = 10.41$ (significatif à 0.001) delta P= 20.7%

Principales conclusions/recommandations

- Augmentation de la fréquence de accidents VD de 20%;
- L'augmentation la plus grande : accident impliquant un véhicule seul et un piéton;
- Il faut prohiber le VDVR dans les zones urbaines avec un trafic important de voitures / piétons.

Commentaires reprise du commentaire de l'étude A9. Preusser et all.

Un élément plus important encore concerne le choix du groupe contrôle. Les **mêmes** intersections avant le VDVR constitue un meilleur groupe contrôle pour la raison suivante. Un bon choix du groupe de contrôle permet l'application d'un test de différence sur l'écart observé (après - avant) du nombre d'accidents sur les mêmes unités statistiques (carrefours à feux). L'influence de tous les autres **facteurs secondaires** est mieux contrôlée car la variation (si elle existe) du nombre d'accidents est attribuable au **facteur principal de l'étude**. Dans le cas, le VDVR (oui, non) est notre facteur principal. Bien choisir le groupe de contrôle est une application du **principe de blocage** dans les études statistiques pour contrer l'effet de tous les facteurs secondaires qui peuvent affecter la variable de réponse.

A11. AASHTO (1979)

Méthodologie questionnaires envoyés aux 50 états américains

Source des données données reçues de 23 états et exclusion des données de 9 états

Méthodes d'analyse statistique

- tableaux d'analyse des données d'accidents
- tests de corrélations
- test de changement du nombre d'accidents après l'implantation du VDPR
- méthode AID (diagramme en arbre)

Principaux résultats

Différence dans le nombre moyen d'accidents (par année et par intersection)
ventilé : total - sévérité - type / 14 états (tableau 8)

Principales conclusions/recommandations

Commentaires

- Il n'y a pas de groupe contrôle.
- Les données sont agrégées et les tailles de groupe sont très différentes.
- Les méthodes d'analyse statistique ne sont pas bien expliquées et convaincantes.
- Le principal tableau de résultats (tableau 8) est quasi illisible.

A12. McGee W. (1976)

Méthodologie revue de 6 études distinctes sur le VDFR

Source des données 2 états : VA, CO, 4 villes : Denver, Chicago, Dallas, Los Angeles

Méthodes d'analyse statistique examen des données et agrégation de tableaux

Principaux résultats

- Les accidents VDFR sont peu fréquents;
- La règle Western est plus sécuritaire que la règle Eastern;
- Les accidents impliquant un VDFR sont moins sévères que les autres accidents;
- Le VDFR ne dégrade pas significativement la sécurité aux carrefours à feu.

Principales conclusions/recommandations

Il faut prohiber le VDFR en certains carrefours à feux avec phase de virage à gauche

Commentaires

- Les données du Colorado et de la ville de Denver et de la ville de LA sont postérieures à l'adoption du VDFR ne peuvent donc pas être employées pour une analyse AVANT-APRÈS.
- Les conclusions sur les données de l'état de Virginia sont basées sur un petit nombre (29) de carrefours à feux et ne permet pas de dégager des conclusions ayant un degré de confiance élevé. Une remarque analogue s'applique pour les données de la ville de Dallas.
- Le groupe contrôle des données de Chicago est formé des intersections **sans VDFR**. Les commentaires déjà faits à propos du choix d'un groupe de contrôle approprié dans l'étude de Preusser et dans celle de Zador s'appliquent ici. Les conclusions qu'on peut tirer des données de Chicago sont teintées de ce biais, donc questionnables.
- Le tableau 8 qui agrège toutes les données de 11 villes et de 2 états doit être pris avec circonspection; il provient d'études différentes en ampleur et en méthodologie. (" each study was different in scope and methodology.."). Néanmoins, on peut toutefois dégager quelques constats qui furent validées plusieurs fois dans d'autres études :
 1. les accidents aux intersections avec VDFR sont une fréquence d'environ 0.5% que l'ensemble des tous les accidents aux carrefours à feux, toute catégories confondues dont la fréquence est d'environ 3%;
 2. les accidents avec piétons ou cyclistes résultent en blessures légères qui ne nécessitent pas d'hospitalisation; cela s'explique par le fait que le véhicule effectuant un VDFR doit rouler à faible vitesse pour de réaliser un virage à 90 degrés

CONCLUSIONS

Considérations générales sur les études statistiques

Plusieurs éléments doivent être tenu en compte afin d'interpréter à leur juste valeur toutes les études d'impact du VDVR sur la sécurité. Ces éléments concernent le choix des variables à mesurer, le plan de collecte des données, le choix d'un groupe contrôle pour effectuer les comparaisons, la qualité des données obtenues, l'agrégation de différentes sources de données, l'utilisation correcte des méthodes statistiques d'analyse et finalement l'interprétation des résultats. Les considérations générales sur les études statistiques, en général, et les études VDVR, en particulier, doivent servir de toile de fond pour apprécier les résultats.

- Un accident impliquant un véhicule et un piéton à un carrefour muni de feu de signalisation est un événement qui fait intervenir plusieurs variables. Sans faire une liste exhaustive notons : le conducteur (age, sexe, expérience,...), le piéton (age, sexe, état,...), le véhicule (type, état mécanique ,...), le lieu (type de route, géométrie des lieux, ...), la .densité de trafic, le moment de la journée et de la semaine, etc. Dans notre cas nous ajoutons le facteur principal de l'étude qui est le VDVR (oui, non). Tous les facteurs précédents forment la liste des variables explicatives et on veut connaître si le facteur VDVR a un effet statistiquement significatif sur la variable de réponse qui est le nombre d'accidents dans les virages à droite et la gravité de l'accident (mortalité, blessures graves, blessures légères, dommages matériels). Cela doit se faire tout en " contrôlant " les autres facteurs secondaires. L'utilisation de groupes contrôle est un des moyens privilégiés pour établir l'influence réelle ou non du VDVR car l'unité statistique (le carrefour à feux de signalisation dans notre cas) est mesurée 2 fois dans une espace de temps suffisamment court.
- L'intégration de plusieurs sources de données obtenues à l'aide d'observations, comme les données d'accidents présente toujours un problème potentiel important de sources de variabilité non contrôlée. La méthode statistique de meta analyse (intégration de plusieurs études statistiques) ne vient pas éliminer l'impact de ces sources de variabilité non contrôlée. L'application de la méthode de meta analyse est plus appropriée dans le cas ou les données proviennent d'études expérimentales dans lesquelles les sources de variabilité sont nettement mieux contrôlées que dans les études observationnelles.
- Les études sont basées sur des données obtenues à partir des rapports d'accidents aux intersections à feux de circulation. Le rapport d'accident indique **seulement** que le VDVR était permis à l'intersection. Il ne distingue pas si le feu était vert ou si le feu était rouge au moment de l'accident. Donc les chiffres du nombre d'accidents inclut aussi les accidents alors que le feu était vert (VDVR). Le nombre d'accidents avec virage à droite (VD) est une **mesure indirecte et imparfaite** de l'impact du VDVR.
- Toute différence entre le nombre d'accidents VD **après** l'introduction du VDVR et le nombre d'accidents **avant** l'introduction du VDVR ne peut pas être exclusivement et complètement attribuée au VDVR. D'autres facteurs peuvent avoir une influence le nombre du nombre d'accidents. Par exemple des changements de signalisation dans les environs d'un carrefours à feux peut entraîner une augmentation significative du trafic, du nombre de virage à droite et finalement du nombre d'accidents.
- Le nombre d'accidents impliquant les piétons et les cyclistes est **relativement petit**. Une légère augmentation en valeur absolue se traduira par une grande augmentation en pourcentage (%).

Quelques faits saillants sur les études VDFR

Expérience pilote du Québec et son BILAN- rapport MTQ- rapport Lord

- Il aurait été préférable de faire un tableau de comparaison AVANT vs APRÈS selon les 4 catégories GRAVITÉ ACCIDENTS. Les données d'accidents étaient disponibles (SAAQ). La méthode de comparaison doivent se faire avec la méthode empirique Bayes (EB).
- L'expérience pilote aurait due se prolonger sur plusieurs années pour deux raisons :
 - cela aurait permis de recueillir une base de données suffisante pour l'application de la méthode EB;
 - les conducteurs ont besoin d'une période de rodage au VDFR et les données sur le nombre d'accidents de la première année ne sont pas nécessairement représentatives de la tendance à long terme.
- Le tableau montre aussi la possibilité d'avoir '*mal choisit*' certains feux parmi les 378 feux pour l'implantation du VDFR. Quelle est la distribution des 78 conflits selon les feux?
- Il aurait été intéressant d'avoir beaucoup plus de détails sur les blessés légers.
- Le tableau démontre le fait que la manœuvre VDFR présente un risque. Or, aucune manœuvre exécutée lors de la conduite d'une automobile a un risque NUL. Il s'agit d'évaluer si le risque est acceptable.
- Le résumé ne rend pas justice au rapport Lord. En particulier, **aucun** de ses résultats et recommandations sont présentes dans résumé du bilan. Nous les reproduisons intégralement car elles sont pertinentes et pratiques.

Principaux résultats (reproduction intégrale provenant du rapport)

- Le VDFR engendre des problèmes de sécurité relativement minimes tels que démontrés par les statistiques d'accidents.
- Le VDFR fonctionne relativement bien partout en Amérique du Nord.
- Le VDFR est accepté par la majorité des études scientifiques.
- Il existe des problèmes de sécurité beaucoup plus importants.
- 18 experts en sécurité routière consultés **sauf un** sont favorables au VDFR
- Le virage à gauche est plus dangereux que le VDFR pour la sécurité des piétons.
- La manœuvre est similaire à un carrefour muni d'un panneau d'arrêt.
- Il faut interdire le VDFR là où il y a une justification après analyse de chaque carrefour à feux.
- Les gains en mobilité sont supérieurs à une diminution possible de la sécurité.
- Il est vrai que plusieurs études effectuées lors de l'introduction du VDFR aux USA ont des défaillances méthodologiques.
- Les études AVANT-APRÈS doivent être effectuées avec la méthode Bayes empirique.

Principales conclusions/recommandations (provenant intégralement du rapport)

- Il serait surprenant que le VDFR ne puisse pas fonctionner au Québec.
- La question la plus importante est : le VDFR peut être une mesure efficace et applicable pour le Québec ? Si la réponse à cette question est positive, **il est impératif que le gouvernement du Québec examine les points suivants :**

- préparer des études appropriées afin de déterminer les impacts réels sur la sécurité du VDFR ;
- préparer une étude sur les impacts économiques ;
- préparer des campagnes d'information ;
- préparer des critères d'interdiction du VDFR à certains carrefours à feux ;
- appliquer le VDFR de façon homogène sur l'ensemble du Québec ;
- examiner le statut spécial de Montréal ;
- revoir l'application des normes de la signalisation routière et du Code ;
- inclure un code pour le VDFR dans le rapport d'accident ;
- étudier les différents types de conception de voies exclusives de virage à droite ;
- évaluer les mesures visant à réduire les conflits piétons -véhicules ;
- éliminer la procédure où l'automobiliste ne peut pas tourner lorsque le feu piéton est allumé ;
- harmoniser les critères du VDFR avec les critères en application en Amérique ;
- étudier toutes les caractéristiques associées au VDFR.

Autres études

Il demeure que le VDFR est une manœuvre de conduite automobile qui :

- présente des risques comme toutes les autres manœuvres de conduite automobile ;
- le risque associé est suffisamment petit pour être acceptable ;
- la majorité de études sont favorables au VDFR ;
- les données statistiques des 30 dernières années démontrent que le nombre d'accidents associés au VDFR est très petit et que les accidents sont sans grande gravité ;
- on observe aucun mouvement des autorités responsables de la sécurité routière au États-Unis et au Canada en faveur de l'interdiction du VDFR ;
- **l'argument le plus puissant en faveur du VDFR est une application correcte de la signalisation routière** qui favorise la fluidité de la circulation sans nuire grandement à la sécurité.

Notre conclusion finale est la suivante :

L'introduction du VDFR pourrait être un élément déclencheur d'une vaste offensive sur toute la question de la sécurité routière. On doit rehausser cette préoccupation au niveau des hautes priorités au Québec si on veut obtenir des améliorations significatives. C'est une condition incontournable pour assurer le succès d'un plan global accompagné d'une stratégie de déploiement concernant tous les aspects de la sécurité routière.

BIBLIOGRAPHIE

Les références en caractères gras sont celles qui furent étudiées dans ce rapport.

AASHTO : AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY TRANSPORTATION OFFICIALS (1979) *Safety and Delay Impact of Right Turn on Red*. Washington, D.C.

ABU-LEBDEH, G., BENEKOHAL, R. F., AL-OMARI, B. (1977) *Models for Right-Turn-On-Red and Their Effects on Intersection Delay*. Transportation Research Record 1572.

TRB, Washington, D. C., pp. 131-139.

AMERICAN COUNCIL OF THE BLIND (2000) *Pedestrian Safety Handbook : A Handbook for Advocates*. 2nd Edition. Washington, D. C.

AQTR : ASSOCIATION QUÉBÉCOISE DU TRANSPORT ET DES ROUTES (1978) *Recommandations sur la politique des virages à droite aux feux rouges*. AQTR. Montréal, Qc.

BILAN: *Arrêter, Regarder, Tournez !* (décembre 2001) - Rapport MTQ-SAAQ (annexe A)

BILAN: *Arrêter, Regarder, Tournez !* (décembre 2001) - Rapport Lord (annexe B)

BAR-ZIV, J. et al. (1987). *Are Pedestrian Safe at RTOR Intersections?* Discussions. Journal of Transportation Engineering, Vol. 113, No 3. pp. 335-337.

BASTRACHE, G. M. (1976) *How Safe is Right Turn on Red?* Traffic Safety, September 1976. pp. 23-25.

BAUMGAERTNER, W. E. (1981). *After Stop : Compliance with Right Turn On Red After Stop*. ITE Journal, Vol. 51, No 1. pp. 19-22.

BENTZEN, B. L., BARLOW, J. M., FRANCK, L. (2000) *Addressing Barriers to Blind Pedestrians at Signalized Intersections*. ITE Journal. No 9, pp. 32-35.

BOURQUE, H. (2001) *La sécurité routière : perception et réalité*. Routes et Transports. Vol. 30, No. 3, pp. 28-32.

CAIRNEY, P. T., CATCHPOLE, J. E. (1991) *Road User Behaviors which Contribute to Accidents at Urban Arterial/Local Intersections*. ARR-197. ARRB, Vermont, South Victoria.

CARSTEN, O. M. J., TIGHT, M. J., SOUTHWELL, M. T., PLOWS, B. (1989) *Urban Accidents : Why do they Happen?* Report for the AA Foundation for Road Safety Research, Leeds

CHADDA H. S. et al. (1985) *Are Pedestrian Safe at RTOR Intersections ?* Journal of Transportation Engineering, Vol. 111 No 1. pp. 1-16 .

CHANG, M. F. et al. (1977a). *Fuel Consumption and Right Turn on Red : Comparison between Simple Model Results and Computer Simulation*. Transportation Science, Vol. 11, No 1. pp. 92-94.

CHANG, M. F. et al. (1977b). *Observations of Fuel Savings Due to the Introduction of Right-Turn-On-Red*. Traffic Engineering and Control, October 1977. pp. 475-477.

- CLARK, J. E., MAGHSOOLDLOO, S., BROWN, D. B.+ (1983). *Public Good Relative To Right-Turn-On-Red in South Carolina And Alabama*. Transportation Research Record # 926. pp. 24-31.
- COMPTON, R.P., MILTON, E.V. (1994) *Safety Impact of Permitting Right-Turn-On-red: A report to Congress*. DOT-HS-808. U.S. Department of Transportation. Washington, D.C.
- COTTRELL, B.H. (1981). *Guidelines for Treatment of Right-Turn Movements on rural Roads*. Transportation Research Record # 855. pp. 47-49.
- DATTA, S., DATTA, T.K., SCATTLER, K. (2000) *Red light Violations and Crashes at urban Intersections*. Transportation Research Record. 1734. TRB, Washington, D.C., pp. 52-58.
- DALE, C. W. (1980). *Procedure for Estimating Highway User Costs, Fuel Consumption and Air Pollution*. FHWA. Office of Traffic Operations. Washington, D. C.
- DIXON, K. K., HIBBARD, J.L., NYMAN, H. (2000) *Right-Turn Treatment for Signalized Intersections*. Présenté au "Urban Street Symposium in Dallas". Transportation Research Board, Washington, D. C.
- DELUC (1987). *Possibilité d'implantation d'une politique de virages à droite sur feux rouges* Rapport produit pour le Bureau des économies d'énergie. Montréal, Québec.
- DELUC (1991). *Politique de virages à droite sur feu rouge :* Rapport produit pour la Société de transport de l'Outaouais. Ottawa, Ontario.
- DUSSAULT, C., LAPLANTE, D., RICHARD, C. (1992) *Le virage à droite sur feu rouge : examen critique de la documentation et analyse avantages/inconvénients*. Rapport indépendant préparé pour le congrès annuel de l'AQTR, Québec.
- DUMONT, J. (1978). *Le virage à droite sur feu rouge pour le Québec?* Manuscript non publié. Ville de Montréal.
- ELDRITCH, M. (1989). *Bad Turns*. Traffic Safety, nov./Dec. 1989. pp. 8-11.
- FHA: FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1988). *Manual on Uniform Traffic Control Devices*. FHWA. Washington, D. C.
- FHA: FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1989). *Planning Design and maintenance of Pedestrian facilities*. FHWA. Publication No FHWA-IP-88-019. Washington, D. C.
- FHWA, (2000a) *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways : Millennium Edition*. U. S. Department of Transportation, Washington, D. C.
- FHWA (2000b) *Roundabouts : An Informational Guide*. FHWA-RD-00-067. U. S. Department of Transportation. Washington, D. C.
- FITZPATRICK, A. (1998) *Right Turn on Red : An Evaluation*. Internal Report. FHWA. Washington, D. C.
- FLORIDA DOT (1997) *Florida Pedestrian Planning and Design Handbook*. Tallahassee, Florida.

- FORREST, L. et al. (1981). *Evaluation of Techniques for Reducing In-Use Automotive Fuel Consumption*. The Aerospace Corporation, Environment and Energy Conservation Division. El Segundo, California
- FRITH, W. J. (1984). *Adoption of Right Turn on Red - Effects on Injury at Signalised Intersections : A Comment on Zador, Moshman and Marcus*. Accident Analysis and Prevision, Vol. 16, No 2. pp. 75-76
- FRUIN, J. J (1973) *Pedestrian Accident Characteristics in a One-Way Grid*. Highway Research Record 436. HRB, Washington. D.C., pp. 1-7.
- GARDER, P., LEDEN, L., THEDÉEN, T. (1994) *Safety Implications of Bicycle paths at Signalized Intersections*. Accident Analysis & Prevention. Vol. 26, No. 4, pp. 429-439
- GALIN, D. (1981). *Re-Evaluation of Accidents Experience With Right Turn on Red* ITE Journal, Vol. 51, no 1. pp. 24-27.
- GREEN, F. S. (1980). *Left Turn on Red. Research Project DC/4*. National Roads Board, Road Research Unit. Wellington, New Zealand.
- HABIB, P. A. (1980) *Pedestrian Safety : The Hazards of Left-Turning Vehicles*. ITE Journal. No. 4, pp. 33-37.
- HAUER, E. (1997) *Observational Before-After Studies in Road Safety : Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety*. Elsevier Science Ltd, Oxford.
- HAUER, E. (1988). *Should Stop Yield? Matters of Method Safety*. University of Toronto. Department of Civil Engineering. Toronto, Ontario
- HAUER, E. (1990). *How Unsafe and How Much Safer : part II*. Journal of the International Association of Traffic and Safety Sciences, Vol. 14, No 2. pp. 7-15.
- HOCHSTEIN, S. (1981). *Now Is The Time For All Good Traffic Engineers To Come To The Aid Of Their Profession And Save The Country From RTOR*. ITE Journal, Vol. 51, no 1. pp. 61-63.
- HUNTER, W. W., STUTTS, J.C., PEIN, W.E., COX, C.L. (1996) *Pedestrian and Bicycle Crash Types of the Early 1990's*. FHWA-RD-95-1963. U.S. Department of Transportation, Washington, D. C.
- ICBC (2001) *Pedestrian Safety Awareness Launch*. Vancouver, British Columbia
- ITE : INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (1992) *Driver Behaviour at Right-Turn-On-Red Location*. ITE Journal. No. 4, pp. 18-20.
- ITE : INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (1981). *Right Turn On Red After Stop*. Issue paper. ITE. Washington, D. C.
- ITE: INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (1983). *Through-on-Red at T-Intersections*. Issue paper. ITE. Washington, D. C.
- JALEEL, J. S (1984). *A Review of Right Turn on Red After Stop*. ITE Journal, Vol. 54, no 1. pp. 35-39.

- JARDINE, K.M. et al. (1969). *Right Turning on Red Signals : A Report*. Highway Traffic and Motor Transport Board. Washington, D. C.
- JOKSCH, H. C. (1982). *Right-Turn-On-Red and Accidents : A Detailed Analysis of the Data Used by Zador, Moshman and Marcus*. Accident Ana. Prevention, Vol. 14, No 3. pp. 235-238.
- KEARNY, E. F. (1977). *State Laws Allowing Drivers to Turn on Red Lights*. NHTSA. Washington, D. C.
- KNAUBLAUCH, R. L. et al. (1984). *Pedestrian Characteristics and Exposure Measure*. Transportation Research Record # 959. pp. 35-41
- KOENIG, D. J., WU, Z. (1994) *The Impact of a Media Campaign in the Reduction of Risk-Taking Behaviour on the Part of Drivers*. Accident Analysis & Prevention. Vol. 26, No, 5, pp. 625-633.
- LAWSON, S.D. (1991) *Red-Light Running : Accidents and Surveillance Cameras*. AA Foundation for Research Safety. Birminham City, U.K.
- LIN F.-B. (1985) *Right-Turn on Red Characteristics and Use of Auxiliary Lanes*. Transportation Research Record 1010. TRB, Washington, D. C., pp. 9-15.
- LORD, D., SMILEY, A., HAROUN, A. (1998) *Pedestrian Accidents with Left-Turning Traffic at Signalized Intersections : Characteristics, Human Factors and Unconsidered Issues*, "77th Annual TRB Meeting". TRB, Washington, D. C.
- LOVE, G. et al. (1976). *An Emerging National Policy on Right-Turn-On-Red*. Traffic Engineering, November 1976. pp. 29-32.
- LUH, J. Z. , LU, Y.-J. (1990) *Capacity of Computations of Right-Turn-On-Red Using the Highway Capacity Manual*. ITE Journal. No. 4. pp. 34-39.
- LYON, C., PERSAUD, B.N., HADAYEDHI, A. (2001) *City of Toronto Pedestrian Collision Project*. Rapport préparé pour la ville de Toronto, Ontario.
- MAMLOUK, M. S. (1976) *Right Turn On Red : Utilisation and Impact*. Project No C-36-1700. Purdue University. West Lafayette, Indiana.
- MAY, R. L . (1974) RTOR : *Warrants and Benefits*. Project No C-36-17KK. Purdue University. West Lafayette, Indiana.
- MacFADDEN, J., McGEE, H. W. (1999) *Synthesis and Evaluation of Red Light Running Automated Enforcement Programs in the United States*. FHWA-IF-00-004. U. S. Department of Transportation, Washington. D. C.
- McGEE, H. W. (1976). *Accident Experience With Right Turn On Red*. Transportation Research Record # 644. pp. 66-75.
- McGEE, H. W. et al. (1976a). *Right-Turn-On-red. Volume I : Final Technical Report*. FHWA. Report No FHWA-RD-76-89. Washington, D. C.
- McGEE, H. W. et al. (1976b). *Right Turn on Red*. Public Roads, Vol. 40, No 1. pp. 19-31.

- McGEE, H. W. (1978). *Guidelines for Prohibiting Right Turn on Red at Signalised Intersections*. Transportation Engineering, January 1978. pp. 27-31.
- MEYER, M. B. (1983). *Institute Responds To Through-On-Red Legislation*. ITE Journal, Vol. 53, no 4. pp. 16-19.
- MTQ (1999) Livre vert - *La sécurité routière au Québec : Un défi collectif*. Document consultatif préparé par le gouvernement du Québec. Ministère des Transports du Québec. Québec, Québec.
- MOHAMEDSAH, Y. M., CHEN, L. W., COUNCIL, F. M. (2000) *Association of Selected Intersection Factors With Red-Light-Running Crashes*. HSIS Summary Report. FHWA, Washington, D. C.
- NEUMANN, L. (1991). *Possibilités offertes sur le plan de la sécurité par les innovations en informatique pour les transports routiers*. Dans A.I.P.C.R. (éd.) : Compte rendus du XIXe Congrès mondial de la route, No 19.51.F. pp. 179-185.
- NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (1994?) *Study Regarding Impact of Permitting Right and Left Turns on Red lights*. 25 pages, appendix , 31 tables.
- MULLOWNEY, W. L. DAVIS, T. D. (1984). *Operational Effects of RTOR in New Jersey*. New Jersey Department of Transportation, Bureau of Transportation Systems Research. Report No FHWA/NJ-84-010. Trenton, N. J.
- ORNE, D. E. (1979) *Safety and Delay Impacts of Right Turn on Red*. AASHTO. Colorado Spring, Colorado.
- OWOLABI, B. et al. (1985). *The Right Turn Red Arrow*. ITE Journal, Vol. 55, No 2. pp. 45-48.
- PARADIS, H. (1987). *Rapport du comité sur la signalisation routière*. Gouvernement du Québec, Québec, Qc.
- PARKER, M. R. et al. (1976). *Right Turn On Red : A Report to the Governor And General Assembly of Virginia*. Virginia highway and Transportation Research Council. Charlottesville, Virginia.
- PELLERIN, G. (1992). *Évaluation des coûts concernant les modifications aux équipements sur rue : VDPR généralement permis*. Ville de Montréal. Division circulation. Montréal, Québec.
- PERSAUD, B. N. RETTING, R. A., GARDER, P., LORD, D. (2000) *Observational Before-After Study of the Safety Effect of U.S. Roundabout Conversion Using the Empirical Bayes Method*. Accepted for publication in the Transportation Research Record series. TRB, Washington, D. C.
- PORTER, B. E. ENGLAND, K. J. (2000) Predicting Red-Light Running Behaviour : *A Traffic Safety Study in Three Urban Settings*. Journal of Safety Research. Vol. 31, No. 1 pp. 1-8.
- PREUSSER, D. F. LEAF, W. A., DeBARTOLO, K. B., BLOMBERG, R. D., LEVY, M. M. (1982) *The Effect of Right-Turn-on-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents*. Accident Analysis & Prevention. Vol. 13, No. 2, pp. 45-55.
- PREUSSER, D.F. et al. (1981). *The Effect of Right-Turn-On-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents : Final Report*. NHTSA. Report No DOT HS 806 182, Washington, D. C.

- QURESHI, M. A. (2000) *A Delay Model for Exclusive Right Turn Lanes at Signalized Intersections with Uniform Arrivals and Right Turn on Red*. Ph.D. Thesis. University of Tennessee, Knoxville, Tennessee.
- RETTING, R. A., GREEN, M. A. (1997) *The Influence of Traffic Signal Timing on Red Light Running and Potential Vehicle Conflicts*, "76th Annual TRB Meeting". TRB, Washington, D. C.
- RETTING, R. A., KYRYCHENKO, S. Y. (2001) *Crash Reductions Associated with Red Light Camera Enforcement in Oxnard, California*. IIHS Report. IIHS, Arlington, Virginia.
- RETTING, R. A., NITZBURG, M. S., FARMER, C.M., KNOBLAUCH, R.L. (2000) *Field Evaluation of Two Methods for Restricting Right Turn on Red*. IIHS Report. IIHS, Arlington, Virginia.
- RETTING, R. A., ULMER, R. G., WILLIAMS, A. F. (1999a) *Prevalence and Characteristics of Red Light Running Crashes in the United States*. Accident Analysis & Prevention. Vol. 31, pp. 687-694.
- RETTING, R. A., WILLIAMS, A. F. (1996) *Characteristics of Red Light Violators : Results of a Field*. Journal of Safety Research. Vol. 27, No. 1, pp. 9-15.
- RETTING, R. A., WILLIAMS, A. F., FARMER, C. S., FELDMAN, A. F. (1999b) *Evaluation of Red-Light Camera Enforcement in Fairfax, Va., USA*. ITE Journal. Vol. 69, No. 8, pp. 30-34.
- RETTING, R.A., WILLIAMS, A. F., GREENE, M. A. (1998) *Red-Light Running and Sensible Countermeasures : Summary of Research Findings*. Transportation Research Record 1640. TRB, Washington, D. C., pp. 23-26.
- RETTING, R. A., WILLIAMS, A. F., PREUSSER, D. F., WEINSTEIN, H. B. (1995) *Classifying Urban Crashes for Countermeasure Development*. Accident An. & Prevent.. Vol. 27, No. 3, pp. 283-294.
- ROBERTSON, H. D., CARTER, E. C. (1984) *The Safety, Operation, and Cost Impacts of Pedestrian Indications at Signalized Intersections*. Transportation Research Record 959. TRB, Washington, D. C., pp. 1-7.
- ROSENTHAL, R. (1978). *Combining Results of Independent Studies*. Psychological Bulletin, Vol. 85, No 1. pp. 185-193.
- ROWE, J.O. (1983). *Saving Energy Through Traffic Control*. Word Highways, Vol. 34, No 8. p. 12.
- SARKAR, S. L., VAN HOUTEN, R., MOFFAT, J. (1999) *Using Licence Manuals to Increase Awareness about Pedestrian hazards at Intersections : Missed Opportunity for Educating Drivers*. Transportation Research Record 1674. TRB, Washington, D. C., pp. 49-56.
- STEWART, J. A., HODGSON, K. (1995) *Estimation of Right Turn on Red Saturation Flow Rates*. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 22, pp. 535-543.
- VAN HOUTEN, R., MALENFANT, L. (1995) *Increasing Pedestrian Behaviour at Signalized Intersections to Reduce the Treat of Turning Vehicles*. "74th Annual TRB Meeting". TRB, Washington, D. C.
- VAN HOUTEN, R., MALENFANT, L. (1999) *Canadian Research on Pedestrian Safety*. FHWA-RD-99-090. U.S. Department of Transportation, Washington, D. C.

- VIRKLER, M. R., CHEN, C. C. (1993) *Potential Accuracy of a Planning Application for the HCM Signalized Intersection Operational Procedure*. Transportation Research Record 1365. TRB, Washington, D. C., pp. 40-53.
- VIRKLER, M. R., KRISHNA, M. A. (1998) *Gap Acceptance Capacity for Right Turns at Signalized Intersections*. Transportation Research Record 1646. TRB, Washington, D. C., pp. 47-53.
- VIRKLER, M. R., RAO, MADDELA, R. (1995) *Capacity for Right Turn on Red*. Transportation Research Record 1484. TRB, Washington, D. C., pp. 66-72
- SOCIÉTÉ DE L'ASSURANCE AUTOMOBILE DU QUÉBEC (1992). *Nombre des victimes d'accidents (virage à droite) aux intersections avec feux lumineux au Québec : Septembre 1988 - Août 1991*. Exploitation de fichiers informatisés. SAAQ, Québec, QC.
- TARAWNEH, M. S., MCCOY, P. (1996) *Effect of Intersection Channelization and Skew on Driver Performance*. Transportation Research Record 1523. TRB, Washington, D. C., pp. 73-82.
- TRB (1985, 1994) *Highway Capacity Manual*. Special Report 209. National Research Council, Washington, D. C.
- ZADOR, P. MOSHMAN J., MARCUS, L.. (1982). *Adoption of Right Turn On Red : Effects on Crashes at Signalised Intersections*. Accident Ana. Prevent, Vol. 14, No 3. pp. 219-234.
- ZADOR, P. (1984). *Right Turn On Red Laws and Motor Vehicle Crashes : A Review of the Literature*. Accident Analysis and Prevention, Vol. 16, No 4. pp. 241-245.
- ZAIDEL, D. M. et al. (1987). *Safety of Pedestrian Crossings at Signalised Intersections*. Transportation Research Record # 1141. pp. 1-6.
- ZEGEER, C. V. et al. (1985). *Determination of Motorist Violations and Pedestrian-Related Countermeasures Related to Right-Turn-On-Red*. Transportation Research Record # 1010. pp. 16-28.
- ZEGEER, C. V. et al. (1986). *Evaluation of Countermeasures Related to RTOR Accidents That Involve Pedestrians*. Transportation Research Record # 1059. pp. 24-34.

ANNEXES

RÉSUMÉ : Bilan de l'expérience pilote au Québec

BILAN: Arrêter, Regarder, Tournez ! (2001) : RÉSUMÉ - SAAQ - LORD

Table des matières du rapport BILAN

Introduction p.2

Projets pilotes p 3 -11

Usagers vulnérables p.12

Principaux résultats p.13-20

Conclusion p.21

RÉSUMÉ du BILAN

Annexes

A. rapport SAAQ (novembre. 2001, 107 pages)

B. rapport LORD (octobre. 2001, 57 pages)

RÉSUMÉ : INTRODUCTION

- Commission parlementaire: février-mars 2000 - 67 mémoires dont 21 sur le VDFR
Préoccupations pour les personnes à mobilité réduite = piétons & cyclistes
projet pilote : mise en œuvre par le MTQ / sondages SAAQ / analyse et suivi accidents
5 zones 26 municipalités / 15 janvier 2001 au 15 janvier 2002
378 feux à VDFR et 115 feux avec VDFR interdit
Abitibi Témiscamingue (8): Amos/Évain/La Sarre/Malartic/RouynNoranda/Vald'Or/VilleMarie
Outaouais (5): Aulmer/Buckingham/Gatineau/Hull/MassonAnger
Saguenay (4): Chicoutimi/Jouquièrre/LaBaie/Laterrière
Lanaudière (5) : Joliette/NDLourdes/NDPrairies/StPaul
CentreQuébec (4): Drummonville/StChalesDrummond/StCyrilleWendover/StNicéphore
- Signalisation panneau VDFR interdit si au moins une de 8 conditions est satisfaite (page 7)
- Feux pour piétons
- Campagne d'information et de sensibilisation:
publicité journaux - dépliants - panneaux d'entrée et de sortie dans la zone pilote

RÉSUMÉ : PRINCIPAUX RÉSULTATS (p. 13-20)

Responsabilités

MTQ : évaluation des projets pilotes + suivi des accidents

SAAQ : évaluer les comportements des usagers : sondages (février et juillet 2001)

Résultats sondages (Léger Marketing pour la SAAQ) résidents régions pilotes

favorables à 79% pour le VDFR

Respects des piétons 63% à 67%

72% économie temps

82% arrêt et 73% regarde (connaissance de la manœuvre)

Résultats sondages (SOM pour le MTQ) personnes circulant à pied ou à vélo

83% pas d'augmentation de conflit entre eux et autos

75% pas de réduction de la sécurité

63% appuient le VDFR et 22% nuancent leur appui

Comportement des usagers

Enregistrement vidéo à 50 sites 1200 heures d'enregistrement

Visionnement / codification / compilation données

99.2% respect des interdictions permanentes aux intersections en croix

91.5% respect des interdictions permanentes aux intersections en T

91.8% respect des interdictions non permanentes aux heures spécifiques

taux plus élevés de non respect : entre 1 et 3 heures du matin

50.8% font un arrêt complet au VDFR VS 25.9% font un arrêt complet aux STOP
 29.8% font une manœuvre VDFR conforme
 moins de 1% des piétons et des cyclistes ont eu à gérer un conflit
 4.1% des piétons et 3.5% des cyclistes ont vécu l'expérience de conflit

SUIVI des ACCIDENTS tous les accidents VDFR recensés
 2 Tableaux (page 17, page 18, + feuille additionnelle) : 15 janvier 2001 au 22 mai 2002

RÉGIONS	mortels	<u>GRAVITÉ ACCIDENTS</u>		DMS	TOTAL
		graves	légers		
Drummonville	0	0	5	12	17
Saguenay	0	0	4	17	21
Lanaudière	0	0	0	6	6
Outaouais	0	0	7	8	15
Abitibi	0	0	8	11	19
TOTAL	0	0	24	54	78

Légers : nécessite pas d'hospitalisation

24 blessés légers : 5 piétons 11 cyclistes et 7 conducteurs

REMARQUE BC

- Il aurait été préférable de faire un tableau de comparaison AVANT vs APRÈS selon les catégories de gravité. Les données d'accidents étaient disponibles (SAAQ)
- Le tableau montre aussi la possibilité d'avoir '*mal choisit*' certains feux parmi les 378 feux avec VDFR. Quelle est la distribution des 78 conflits selon les feux?
- Il aurait été intéressant d'avoir plus de détails sur les blessés.
- Le tableau démontre le fait que la manœuvre VDFR présente un risque.

Or, aucune manœuvre exécutée lors de la conduite d'une automobile a un risque NUL.

AILLEURS en Amérique du Nord (Étude de LORD)

VDFR: existe depuis 1973 et même avant (1947 en Californie)

VDFR : occasionne moins de 1% de tous les accidents reportés

40 % font un arrêt complet

2% des VDFR occasionne un conflit véhicules - piétons

les personnes sont généralement favorables au VDFR

peu de personnes sont défavorables au VDFR

ÉCONOMIES de temps

10 secondes en moyenne

55.2 % (69/125) économies de temps significatives

Commentaire

Le résumé ne rend pas justice au rapport LORD.

En particulier, AUCUNE des recommandations est présentée dans le résumé.

FIN DU RÉSUMÉ

Annexe 1

RAPPORT SAAQ - Impact du VDFR (novembre 2001)

Volet : connaissances - attitudes - comportements

Table des matières du rapport SAAQ

- Faits saillants 3-4
 - *Sommaire 5-11*
 - *Tables des matières 12-13*
 - *Liste des 49 tableaux 14-19*
 - *Liste des 3 figures 20*
- *Introduction 20-21*
- *ch 1 Rappel historique 23-24*
- *ch 2 Caractéristiques de projets pilotes 25-27*
- *ch 3 Contenu de l'évaluation 28*
- *ch 4 Aspects méthodologiques 29-43*
- *ch 5 Sondages 44-59*
- *ch 6 Respect du VDFR 60-68*
- *ch 7 Qualité du VDFR 69-91*
- *ch 8 Conflits causés par le VDFR 92-105*
- *Conclusion 106-107*

FAITS SAILLANTS du rapport SAAQ

MÉTHODOLOGIE (résumé ch 4)

- Sondages
- Enregistrements vidéo

SONDAGES AUPRÈS de la POPULATION (régions pilotes) (résumé ch 5)

Juillet 2001- les répondants disent :

- 90% au courant du VDFR
- 82% doivent arrêter
- 73% doivent regarder
- 49% savent l'interdiction au VDFR si le feu piétons est allumé
- 66% savent qu'ils ne sont pas obligés de faire le VDFR
- 66% tournent toujours si VDFR permis
- ville témoin où le VDFR interdit : 1% tournent «souvent » et 8 % tournent «rarement»
- 25% économisent de l'essence
- 72% économise temps (2.7 minutes/jour en moyenne)
- 76% piétons et 63% cyclistes disent que les automobilistes respectent leur priorité
- appui au VDFR : régions pilotes - 78% (février 2001) et 79% (juillet 2001)
autres régions - 59%

RESPECT de l'interdiction d'effectuer un VDFR (résumé ch 6)

- le VDFR est interdit dans 23% des intersections
- NON RESPECT : 0.8% si intersection en forme de « + » et 8.5% en forme de « T »
Intersection non permanente : 8.2% (région pilote) vs 0.5% en région témoin
1.2% avant 15 janvier 2001 VS 3.4% après le début projet pilote

QUALITÉ de la manœuvre (résumé ch 7)

63729 observés (vidéo) - potentiel de 17% de VDFR (sur évaluation par le choix des sites)

- 18,9% ne profite pas du VDFR- 11% par choix et 7.9 par conditions peu propices
- 86.3% véhicule seul et 13.7% véhicules en file
- CONFORMITÉ : taux

- arrêt complet : 50.8% si VDFR permet VS 25.9% à un STOP régulier
- respect ligne d'arrêt : 69.9% si VDFR interdit (région témoin)
- respect ligne d'arrêt : 41.7% si VDFR interdit à un site (région pilote)
23.2% si VDFR permet à un site (région pilote)
- site avec feu piéton : 47.9% ne font pas de VDFR (conformité)
67.5% manœuvre correcte 31.1% manœuvre incorrecte (pas clair!)
- site sans feu piéton : 29.8% manœuvre correcte
29.7% conforme sauf respect ligne d'arrêt
40.5 % manœuvre illégale

3 conducteurs sur 10 font correctement le VDFR

- taux de conformité : 37.9% (avril) 29.6% (mai) 23.6% (juin) 22.1% (octobre)

CONFLITS (résumé ch 8)

- 461 périodes de 2 heures résultant en 344 conflits avec piétons et cyclistes
- 4.1% avec les piétons / 3.5% avec les cyclistes / 0.3% avec les automobilistes
- 50% conflits sont mineurs et les autres auraient pu dégénérer en accident
- 76% conflits mineurs avec les clientèles vulnérables
- 35% conflits mineurs avec les automobilistes (peut être sur sous évaluée)
- cause de conflits : 27% par un véhicule qui n'a pas respecté la ligne d'arrêt
- taux de conflits : 6 conflits piétons / 1000 et 7 conflits cyclistes / 1000

INTRODUCTION (p.21-22)

Projet pilote 15 janvier 2001 au 15 janvier 2002

Introduction : les chapitres du rapport sont

- Rappel historique (ch 1) - Caractéristiques projets pilotes (ch2)
- Évaluation (ch3) : exclusion dans le rapport =: économie de carburant et de temps
- Méthodologie (ch 4)
- Principaux résultats : sondages (ch 5) respect du VDFR (ch6)
qualité du VDFR (ch7) conflits (ch8)

Ch 1: RAPPEL HISTORIQUE (p.23-24)

- Choc pétrolier 1973 : but est l'économie de carburant et l'économie de tps
- EASTERN RULE : interdiction générale sauf là où elle est permise (Sign Permissive)
- WESTERN RULE : autorisation générale sauf aux endroits interdits
- La Western a été adoptée au USA et au Canada
- Le VDFR est la règle partout au USA et au Canada sauf au QUÉBEC et dans la ville de New York
- UN avantage de l'adoption du VDFR au Québec : harmonisation avec le reste de l'Amérique du Nord
- UN désavantage: conflit avec les piétons et les cyclistes
- Étude de PREUSSER et al (1981) : augmentation de 43% et 107% selon différentes situations
Augmentation de 72% à 123% cyclistes
Cause : exécution incorrecte de la manœuvre - non respect du droit de l'arrêt et droit passage piéton
- Étude de ZEGEER et al (1985) : 56.9% n'effectuent pas un arrêt complet et 20.3% font un VDFR interdit

Ch 2: CARACTÉRISTIQUES PROJET PILOTE (p.25-27)

MTQ : mise en œuvre SAAQ : sondages + analyse et suivi accidents

5 zones 26 municipalités / 15 janvier 2001 au 15 janvier 2002

Abitibi Témiscamingue (8): Amos-Évain-la Sarre-Malartic-Rouyn-Noranda-Vald'Or-Ville-Marie

Outaouais (5): Aulmer-Buckingham-Gatineau-Hull-Masson-Anger

Saguenay (4): Chicoutimi-Jouquièrre-LaBaie-Laterrière

Lanaudière (5) : Joliette-NDLourdes-NDPrairies-StPaul

Centre-Québec (4): Drummondville-StChales-Drummond-StCyrille-Wendover-StNicéphore

Tableau 2.1 # d'intersections selon les régions + sites avec caméra

Région	VDFR permis	VDFR interdit	Total	% interdictions	Avec caméra	
					sites interdit	permis
Abitibi	58	11	69	16	1	6
Outaouais	127	48	175	27	1	8
Lanaudière	33	3	36	8	1	4
Centre Québec	62	8	70	11	1	6
Saguenay	98	45	143	31	1	6
TOTAL	378	115	493	23	5	30

Région témoin : Chaudière-Appalaches près de Lévis : VDFR interdit

Ch 3: CONTENU ÉVALUATION (p.28)

Porte sur : connaissances opinions attitudes comportements

Exclusion: économie carburant et de temps

Ch 4: ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES (p.29-43)

4.1 Évaluation des connaissances opinions comportements

4 sondages : décembre 2000 février 2001 juillet 2001 automne 2001

4.2 Évaluation des comportements : observations: enregistrements caméra vidéo + enquêteurs

4.2.1 Enregistrements vidéo : planification de la collecte des données

VDFR interdit: 1 site/région + 5 sites région témoin + 4 sites avec interdiction partielle = 14 sites

VDFR permis: 30 sites : 20 en <+> 10 autres

Une intersection avec STOP/région

Grand total de 50 sites

REMARQUE : pourquoi pas des sites avec CÉDER/YIELD ?

50 sites identifiés

Enregistrements : chaque jour de la semaine et 6 périodes par jour

Chaque site : 4 séances d'enregistrement en variant jour/heure : différentes + une répétition

8h/site x 50 sites x 3 périodes = 1200 heures + 64 heures additionnelles à cause de perte

+ 48 heures avant que le projet débute

4.2.2 Observations par des enquêteurs

13 intersections pour le respect du feu de piéton et 51 intersections avec VDFR

402 heures : 36 avec signal STOP + 36 avec feu piéton + 330 heures VDFR

4.2.3 Manœuvres examinées

4.2.3.1 Respect VDFR : 2 informations : direction + droit de passage

donne la fréquence du VD dans le contexte de VDFR interdit

donne la proportion qui ne respecte pas un VDFR interdit

4.2.3.2 Degré de conformité au VDFR

REMARQUE: les pages 38-39-40 sont confuses à lire

4.2.3.3 Les conflits

REMARQUE: les pages 41-42-43 sont confuses à lire

Ch 5: SONDAGES (p.44-59)

5.1 Profils des répondants

5.2 Connaissances

tableau 5.1 Combien de feux de circulation sur votre trajet

tableau 5.2 Connaissance du projet pilote

tableau 5.3 Manœuvre à faire pour le VDFR

tableau 5.4 Connaissances des autres règles du VDFR (feu piéton)

tableau 5.5 Connaissance de l'obligation de faire un VDFR

tableau 5.6 Connaissance de l'obligation de faire un VDFR / catégorie usagers

5.3 Pratique déclarée du VDFR

tableau 5.7

tableau 5.8 Pourquoi ne pas faire VDFR (si permis)

5.4 Opinions sur la pratique du VDFR

tableau 5.9 Impact sur la sécurité routière

REMARQUE: . parti pris des auteurs qui semblent ne pas apprécier les résultats

" ...il est plus probable que la sécurité des usagers soit diminuée " (page 54)

tableau 5.10 Pourquoi sécurité améliorée/détériorée

tableau 5.11 Avantages/désavantages du VDFR (économie de temps)

tableau 5.12 Témoin de situations dangereuses à cause du VDFR

principal avantage : "gain de temps"

principal désavantage: "plus dangereux/moins sécuritaire"

tableau 5.13 Sécurité des usagers vulnérables

tableau 5.14 Réponse des cyclistes

tableau 5.15 Comparaison réponses piétons / cyclistes

tableau 5.16 Évolution de l'appui au VDFR

tableau 5.17 Évolution de l'appui au VDFR selon région pilote

Ch 6: RESPECT DE L'INTERDICTION D'EFFECTUER UN VDFR (p.60-68)

6.1 Comparaison : régions pilotes VS région témoin

Tableau 6.1 : respect de l'interdiction du VDFR selon

région, l'intersection, la durée et autres (page 66)

(version abrégée du tableau)

Région	Respect			
	Oui	Non	Total	%
Témoin	3535	17	3552	0.48
Pilotes en <+>	3423	27	3450	0.78

Pilotes en <T>	1029	96	1125	8.53
Pilotes non per.	911	81	992	8.16

} pas de différence
significative

remarques

- Région témoin : intersection particulière (2.2%) "... une voie pour tourner à droite ajoutée tout près de l'intersection..."
- Région pilote VDFR permanent avec <+> : 3 intersections
Forte proportion (23.2%) (13/56) pas respecté l'interdiction la nuit
Forte proportion le mercredi : observations faites la nuit
- Région pilote VDFR permanent avec <T> : 2 sites "... le site ayant la proportion la plus élevée, toutes les observations ont été faites en juillet"

"On réalise donc l'importance des caractéristiques de l'intersection dans l'interdiction d'effectuer un VDFR".

- comparaison : région témoin VS région pilote avec interdiction permanente

TABLEAU : type région X respect			
RÉGION	respect	non respect	TOTAL
témoin	3535	17	3552
pilote (interdiction perm.)	3423	27	3450
TOTAL	6958	44	7002
Chi-square (df=1)	2.59	p= .1075	
V-square (df=1)	2.59	p= .1076	
Yates corrected Chi-square	2.13	p= .1448	

Conclusion : pas de différence significative

- comparaison : intersection en <T> VS intersection en <+ > (régions pilotes avec interdiction permanente)

TABLEAU : type intersection X respect			
INTERSECTION	respect	non respect	TOTAL
en < + >	3423	27	3450
en < T>	1029	96	1125
TOTAL	4452	123	4575
Chi-square (df=1)	194.80	p=0.0000	
V-square (df=1)	194.76	p=0.0000	
Yates corrected Chi-square	191.85	p=0.0000	

Conclusion : différence significative

- Comparaison : interdiction permanente VS interdiction intermittente (régions pilotes)

TABLEAU : type interdiction X respect			
INTERDICTION	respect	non respect	TOTAL
permanente	4442	123	4565
intermittente	911	981	1892
TOTAL	5353	1104	6457
Chi-square (df=1)	2280.19	p=0.0000	
V-square (df=1)	2279.83	p=0.0000	
Yates corrected Chi-square	2276.72	p=0.0000	

Conclusion : différence significative

..." les conducteurs respecteraient moins une interdiction de tourner à droite sur un feu rouge lorsque cette interdiction n'est pas permanente à cette intersection."
(explication : force de l'habitude... p65)

6.2 Comparaison : avant VS après (tableau 6.2 page 68)

données: AVANT : 6 intersections - 4 périodes de 2 heures - 1554 conducteurs
aucune période la nuit

APRÈS : une seule de ces 6 intersections le VDFR est demeuré interdit
périodes de 2 heures et 2 des 7 périodes le furent durant la NUIT

UN SEUL SITE (données de jour)

TABLEAU : moment X respect			
MOMENT	respect	non respect	TOTAL
avant	584	7	591
après	601	21	622
TOTAL	1185	28	1213
Chi-square (df=1)	6.46	p= .0111	
V-square (df=1)	6.45	p= .0111	
Yates corrected Chi-square	5.52	p= .0188	

Conclusion : différence significative à 0.05 mais pas à 0.01

"..... différence n'est pas significative tout en étant très près du seuil de signification "
remarque de BC : les auteurs ne précisent pas "leur" seuil de signification

Ch 7: QUALITÉ ET FRÉQUENCE D'UTILISATION DU VDFR (p.69-91)

"la qualité globale de la manœuvre repose sur un ensemble assez important de petites actions différentes et INDÉPENDANTES (??) les unes des autres." ...

La difficulté de traiter simultanément toutes ces actions fait que plusieurs de celles-ci seront analysées séparément.

7.1 Fréquence potentielle de l'utilisation du VDFR

tableau 7.1 28.3% tourne à droite....."estimation surévaluée"

tableau 7.2 17% sont arrivés à l'intersection alors que le feu était rouge et avec l'intention de tourner à droite. Cette mesure est un indicateur de la fréquence potentielle de la manœuvre de tourner à droite alors que le feu est rouge.

7.2 Utilisation de la permission d'effectuer un virage à droite au feu rouge

18.9% n'a pas profité de cette permission de VDFR.

11.0% des manœuvres VDFR potentielles n'ont pas été effectuées par choix de l'automobiliste Il ne veut pas changer ses habitudes
il se pourrait que la raison soit un manque d'assurance à la manœuvre.

La fréquence est stable selon les heures de la journée (9 à 12%).

On observe des différences entre les 5 régions. Les régions de L'Outaouais et de l'Abitibi présentent des moyennes plus faibles ((8.3 et 8.9%) à cause de leur proximité de l'Ontario. (tableau 7.3 et tableau 7.4)

La proportion de 11% diminue dans le temps. (tableau 7.5).

Tableau 7.6 : % des conducteurs ne pouvant pas profiter du VDFR VS période du jour
variation significative à cause de la densité de trafic.

Tableau 7.7 : % des conducteurs ne pouvant pas profiter du VDFR VS région
Variation significative mais l'explication est inconnue (BC)

Tableau 7.8 : % des conducteurs ne pouvant pas profiter du VDFR VS mois

Variation décroissante entre avril -mai-juin.

7.3 Position d'attente au feu de circulation de l'utilisateur du VDFR

Est ce que le VDFR augmente la fluidité de la circulation ?

SI oui , cela représente un avantage potentiel de la mesure VDFR.

Auteurs concluent (p78) : sur 100 manœuvres VFDR, 84 fois un seul véhicule passera et 16 fois 2 véhicules passeront.

Commentaire : cette section ne semble pas fournir un argument positif ou négatif concernant la fluidité de la circulation.

7.4 Conformité de la manœuvre du VDFR

Tableau 7.9 comparaison du STOP et du VDFR

" Il reste que si 50% des conducteurs n'effectuent pas un arrêt complet lors d'un VDFR, dès à présent, il y a un problème avec cette manœuvre".

Tableau 7.10 comparaison entre les proportions d'arrêt respectant la ligne d'arrêt

"....différence marquée du respect de la ligne d'arrêt selon mouvement toute direction et virage à droite. Ainsi les personnes tournant à droite respectent beaucoup moins la ligne d'arrêt".

Tableau 7.11 comparaison entre les proportions d'arrêt respectant la ligne d'arrêt.

	VDFR non permis	VDFR permis
Respect de la ligne d'arrêt	41.7%	23.2%
Non respect	58.3%	76.8%
n	1015	10152

La différence est hautement significative: test du khi-deux donne p-valeur = 0.0000

Tableau 7.12 ajout au tableau 7.11 : cas de la région témoin

	Région témoin	VDFR non permis	VDFR permis
Respect de la ligne d'arrêt	69.9%	41.7%	23.2%
Non respect	30.1%	58.3%	76.8%
n	412	1015	10152

"Ces résultats tendent à prouver que le VDFR diminue la portée de la signalisation de la ligne d'arrêt en modifiant le comportement des conducteurs Il est probable que d'autres aspects du comportement le soient aussi."

Respect du feu de piéton

L'obligation de respecter le feu de piéton est la différence principale du VDFR au Québec de ceux qui se pratique ailleurs.

Remarque : pourquoi cette différence ? Pourquoi ne pas interdire le VDFR dans ces intersections ?)

tableau 7.13 comparaison Manœuvre X respect feu piéton
n = 167

remarque : il suffirait d'interdire le VDFR aux intersections avec feux de piétons

Conformité de la manœuvre

Manœuvre classée selon : conforme (29.8%) déficiente (29.7%) illégale (40.5%)

Analyse selon la période du jour/région/mois : montre des variations

Résultat à noter : la qualité de la manœuvre conforme a diminué et on peut prévoir que le taux de conformité se situerait autour de 20 % (figure7.2)

Ch 8: LES CONFLITS CAUSÉS PAR LE VDFR (p.92-105)

Autres usagers: conducteurs -piétons - cyclistes

Données: 461 périodes de 2 heures

Conflits : appel de phare, coupe de klaxon, collision entre 2 usagers

8.1 Fréquence des conflits

<u>Tableau 8.2</u> conflits selon catégories d'usagers			
Usagers	conflits	observés	%conflits
Piétons	135	3307	4.1
Cyclistes	26	741	3.5
Handicapées	1	14	7.2
Total usagers	152	4062	3.7
Total auto	182	53482	0.3
Total	344	57544	0.6

Tableau 8.3 conflits selon la région
Rien de très remarquable

Tableau 8.4 conflits pour les piétons selon le mois
Diminution dans le temps

Tableau 8.5 conflits pour les cyclistes et auto selon le mois
Le mois de juillet refléterait la situation réelle

Tableau 8.6 conflits par groupe d'heure et catégorie d'usagers

Tableau 8.7 taux de conflits par 1000 usagers
6 pour les piétons et 7 pour les cyclistes

8.2 Caractéristiques des conflits

Tableau 8.8 manœuvre ayant mené à un conflit

Tableau 8.9 manœuvre ayant mené à un conflit selon la catégorie d'usagers

Tableau 8.10 définition et classification des conflits selon la solution

Tableau 8.11 répartition des conflits selon l'intensité et la solution

Tableau 8.12 répartition des conflits selon l'intensité et la solution

Tableau 8.13 répartition des manœuvres selon l'intensité du conflit

CONCLUSION (p.106-107)

- 66% des répondants connaissent le caractère non obligatoire de la manœuvre;
- l'appui au VDFR n'a pas bougé : autour 78%;
- le non respect est en relation avec le type d'intersection;
- 1 sur 3 effectue le VDFR de façon conforme;
- les piétons et les cyclistes peuvent se retrouver dans des situations conflictuelles;

Annexe 2

RAPPORT LORD (annexe B)- Expériences du VDFR (oct. 2001)

Volet : expériences du VDFR au Canada et au USA

Table des matières du rapport LORD

- 1 Introduction 1
- 2 Méthodologie 3
- 3 Historique 4
- 4 Bilan des statistiques 7
- 5 Résultats de la consultation 27
- 6 Discussion et conclusions 34
- Références 41-47
- Annexes

Ch 1: INTRODUCTION (p.1-2)

L'objectif est de présenter une synthèse et commenter les expériences du VDFR dans les provinces canadiennes et les états américains. L'étude comporte l'examen des 3 points:

1. SÉCURITÉ -statistiques sur les accidents causés par le VDFR
2. RESPECT DE LA SIGNALISATION - statistiques portant sur les conducteurs qui ne font pas leur arrêt au VDFR
3. CAMPAGNES D'INFORMATION - statistiques sur l'ampleur des campagnes de sensibilisation incitant les conducteurs au respect des règlements de la signalisation.

Ch 2: MÉTHODOLOGIE (3)

1. recherche bibliographique: TRIS, FHWWA, IIHS, TTI, HSRC,
2. communication avec des personnes ressources : statistiques
3. envoi d'un questionnaire à des experts en sécurité routière
4. compilation: 2 provinces, 3 villes canadiennes, 8 états américains

Ch 3: HISTORIQUE (p.4-6)

- 1975: introduction par le Congrès américain suite à la crise du pétrole de 1973
- 1980: tous les états américains avaient introduit le VDFR sauf dans la ville de New York
- 1994: l'étude de Compton & Milton conclue que le VDFR n'engendre pas problème de sécurité important
- 2000: le FHWA permet le VDFR aux carrefours SAUF si une des 5 conditions:
(1) visibilité insuffisante, (2) géométrie pas favorable, (3) phase exclusive piéton,
(4) conflits, (5) plus de 3 accidents au court des 12 derniers mois
Il faut faire une étude d'ingénierie du carrefour avant d'interdire le VDFR.
- 2001: ITE prépare un guide sur l'installation du VDFR
- QUÉBEC
 - 1992 : rapport Dussault et al. recommande d'interdire le VDFR
 - 1987 : rapport Deluc vantait les bénéfices du VDFR
 - 1991 : second rapport Deluc favorable au VDFR
 - 1999 : le VDFR est l'un des 5 sujets du Livre Vert du Québec
 - 2000: projet pilote

Ch 4 :BILAN DES STATISTIQUES RECUILLIES

4.1 Caractéristiques des accidents de la route

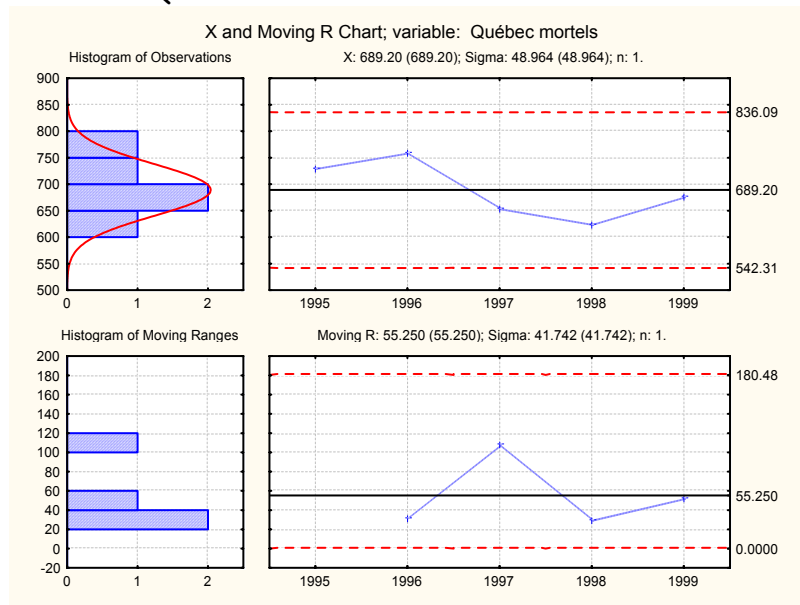
Tableau 1 Nombre d'accidents au USA, Canada, Québec entre 1995 et 1999

J'ai produit 6 cartes de contrôle XmR à valeurs individuelles et étendues mobiles

pour chacune des 6 réponses : 3 pays x (mortels, blessures)

La carte pour les blessés mortels au Québec montre que les variations sont stables.

QUÉBEC : mortels entre 1995 et 1999



2 études ont porté sur la typologie des collisions impliquant un VDVR et un piéton

- Compton et Milton 1994 : Tableau 3 - Indiana, Maryland, Missouri, Illinois 1982-1991 (11 ans)
 - VDVR représente 0.4% de toutes les collisions à un carrefour à feu
 - 22% implique un piéton ou cycliste
 - moins de 1% sont mortelles
- Lyon et al 2001 : Tableau 4 ville de Toronto 1998-1999 (1.5 an)
 - 11% des accidents avec piétons implique un VDVR carefours à feux
 - le VDVR n'a produit aucune collision mortelle
 - plus dangereux pour un piéton de se faire frapper par un véhicule tournant à gauche que par un véhicule tournant à droite y incluant le VDVR
 - le VDVR est plus dangereux pour un cycliste que pour un piéton

4.2 Typologie pour les provinces et villes canadiennes

statistiques difficile à obtenir car les rapports d'accidents ne contiennent pas de code VDVR

Tableau 5 Manitoba 1999

moins de 1% collisions implique VDVR

Tableau 6 Saskatchewan 1996-2000

Tableau 7 Winnipeg 1998-2000

Tableau 8 Hamilton 1998-1999

4.3 Typologie des collisions aux USA

statistiques difficile à obtenir pour les mêmes raisons qu'au Canada

Tableau 9 Maine 1989-2000

Tableau 10 Minnesota 1985-1998

Tableau 11 Illinois 1985-1999

Tableau 12 Texas 1999

Conclusion (p. 16) : le VDVR engendre très peu de blessures mortelles

Le nombre d'accidents dépend de plusieurs facteurs:

nombre de véhicules, géométrie des intersections, types contrôle, débit...

4.4 Respect de la signalisation

- le taux de non respect des automobilistes effectuant un VDFR est bas: 36% Baumgaertner(1981), 56% Zeeger et Cyneki (1985), 40% en 1992
- 2% des automobilistes n'ayant pas respecté le règlement engendrent une situation dangereuse
- mesures correctives: panneaux, modifier le phasage, changer le marquage,....
- le non respect de la signalisation aux carrefours à feux semble être un problème important
- la problématique du forçement du feu jaune est différente de celle du VDFR
- le forçement du feu jaune est la cause de 22% de tous les accidents aux carrefours à feux

4.5 Les campagnes d'information

- aucune organisation n'est intéressée à préparer une campagne sur la sécurité du VDFR: on préfère les campagne sur la gestion de la vitesse, l'alcool au volant..
- Campagne de la ville de Victoria en 1990 sur le respect des piétons lors d'un virage à gauche: la campagne avait eu des effets positifs à long terme
- Etude de Sarkar et al 1999 : information inadéquate en matière de VDFR dans 33 manuels

4.6 Analyse de la mobilité

- Aucun organisme public ou privé n'a effectué d'étude sur la mobilité des automobiles
- Les études sont réalisées par des gens du domaine académique
- Au Québec, l'introduction du VDFR permettrait d'économiser environ 4 millions d'heures et 11.4 millions de litres de carburant annuellement (Deluc 1987, 1991)
- Les gains en mobilité associés au VDFR doivent être analysés autrement.
- La question: le VDFR améliore-t-il la mobilité globale pour l'ensemble des usagers ?
Approche: déterminer l'impact du VDFR sur l'opération globale aux carrefours à feux.
- Facteurs qui influencent le nombre de véhicules qui effectuent un VDFR:
Entre 40% et 45% des automobilistes tournent à droite si le feu est rouge
La majorité vont tourner à droite sur le feu rouge si l'opportunité s'y présente
- Luh et Lu (1990) : le VDFR offre un gain en terme de capacité aux carrefours à feux
Le VDFR peut influencer le ratio volume sur capacité (v/c)
- Stewart et Hodgson (1995) : le VDFR a un effet positif sur l'optimisation des phases des feux
- Virkler et Maddela (1995) : effet du VDFR sur les retards, le ratio v/c et niveau de service
- Il semble que le VDFR engendre peu d'impacts négatifs sur la mobilité des autres usagers.
- L'installation de signaux audibles faciliterait la traversée des carrefours à feu pour les personnes atteintes de cécité. Une attention particulière pour ce groupe devra être mise en place si le VDFR est introduit au Québec.

4.7 Sommaire

- 2 200 00 collisions avec blessures mortelles et non mortelles au Canada et USA
- 330 000 (15%) des accidents mortels impliquent des piétons
- 154 000 (7%) des accidents avec blessures impliquent un piéton
- entre 5% et 20% des collisions aux carrefours à feux impliquent un piéton
- la proportion des collisions impliquant un VDFR est moins de 1%
- Ce type d'accidents implique rarement des blessures mortelles
- Environ 60% des automobilistes ne font pas leur arrêt obligatoire
- Un faible pourcentage (2%) des VDFR occasionne un conflit
- Un problème plus important : les automobilistes qui forcent le feu jaune
- Une campagne d'information peut réussir à améliorer la sécurité des piétons
- Le VDFR peut engendrer des économies de temps
- Le VDFR occasionne des difficultés aux personnes non-voyantes

Ch 5 RÉSULTATS DE LA CONSULTATION (18 experts interrogés)

5.1 Opinions sur la sécurité

- tous sauf un sont favorables au VDFR
- le virage à gauche est plus dangereux que VDFR
- la manœuvre est similaire à un carrefour muni d'un panneau d'arrêt

5.2 Opinions sur la mobilité

- VDFR améliore la mobilité
- Gains en mobilité sont supérieurs à une diminution possible de la sécurité
- L'institut canadien pour les aveugles et la Société manitobaine des personnes handicapées n'ont aucune inquiétude par rapport au VDFR

5.3 Recommandations

- Si le VDFR est introduit, il faut s'attendre à une augmentation du nombre d'accidents. Cependant, une fois que les automobilistes s'habitueront au VDFR, la situation devrait retourner à la normale.
- Il faut interdire le VDFR où il existe un débit important de piétons et non pas procéder à des interdictions territoriales généralisées comme par exemple la Ville de Montréal. Il faut analyser les intersections cas par cas.
- Il faut interdire le VDFR lorsque 2 voies exclusives de virage à droite sont utilisées.
- Il y a trop de carrefours à feux inutiles.
- Les piétons et cyclistes sont plus à risque. Un problème plus important concerne les automobilistes qui forcent le feu jaune.
- L'uniformité avec le reste de l'Amérique du Nord est l'aspect le plus important à considérer pour l'introduction du VDFR.
- Le problème de sécurité des piétons est tout aussi important pour un véhicule qui tourne sur le feu vert que sur le feu rouge. Il y a présomption de sécurité lorsque des piétons traversent sur le WALK.

EN RÉSUMÉ

Toutes les personnes interrogées sont généralement en faveur du VDFR, même celles qui travaillent exclusivement en vue de l'amélioration de la sécurité des piétons et des cyclistes. Il existe des problèmes de sécurité routière beaucoup plus importants que le VDFR. Il faudrait interdire le VDFR là où il y a une justification après une analyse de chaque carrefour à feux.

DISCUSSION et CONCLUSIONS (p.34 -40)

1. Il est important de présenter une nouvelle perspective sur les caractéristiques et les enjeux associés au VDFR.
2. Plusieurs études effectuées lors de l'introduction du VDFR aux USA ont des défaillances méthodologiques importantes : McGee et al 1976, Parker et al 1976, Zador et al. 1982, Clark et al. 1976, Mallowney et Davis 1984, Zador 1984.

RAISON : les études avant-après doivent être effectuées en tenant compte des 3 points :

- débit de circulation (exposition)
- la relation non linéaire entre l'exposition et les collisions
- la régression vers la moyenne

L'approche maintenant utilisée est celle de la méthode Empirique Baysienne (EB).

Remarque : l'analyse des données du projet pilote n'a pas employé la méthode EB.

- La méthode EB doit être employée avec des modèles de régression et elle est exposée dans:
- a) Hauer (1997) *Observational Before-After Studies in Road Safety : Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety*.
Elsevier Science Ltd, Oxford.
 - b) Persaud, et al (2000). *Observational Before-After Study of the Safety Effect of U.S. Roundabout Conversion Using the Empirical Bayes Method*.
Transportation Research Record series. TRB, Washington,. D.C.
3. Les gains potentiels associés à la mobilité ne devraient pas être calculés en comparant ces gains sur le temps complet de parcours d'une personne (automobiliste) qui circule entre le point A et le point B sur un réseau routier. Dussault et al. (1992) argumentent qu'il est impossible d'emmagasiner du temps et mettent en doute l'utilisation de quelques seconds sauvées par le VDFR lorsqu'on les compare au nombre total d'heures dans une journée. Ce type d'arguments est malheureusement erroné. Les automobilistes conduisent en prenant en considération le temps présent lorsqu'ils circulent.
 4. L'introduction du VDFR engendra une augmentation du nombre d'accidents aux carrefours à feux car on introduit un mouvement conflictuel. La question véritable est cependant : *est-ce que ce mouvement entraîne un risque important et, si c'est le cas , dans quelle circonstance et pour quels usagers*. La procédure à suivre dans ce cas-ci serait de calculer le risque de collision pour ce mouvement et de le comparer au risque de d'autres mouvements ayant lieu à l'intersection, et ce pour le même niveau d'exposition. Ce risque doit être estimé à partir de modèles de régression. Les études portant sur le risque d'accident entre les véhicules tournant aux carrefours à feux indiquent qu'un piéton a beaucoup plus de chance de se faire frapper par un véhicule qui tourne à gauche que par un véhicule qui tourne à droite (incluant le VDFR) ou qui circule à droite. En réalité, il n'existe aucune infrastructure routière qui soit entièrement sécuritaire. On doit plutôt indiquer qu'un type d'infrastructure est plus ou moins sécuritaire qu'un autre type. (PEO 1997).
 5. Il est important d'examiner les similitudes entre un véhicule qui tourne à droite sur un feu rouge et un véhicule qui tourne à droite à un arrêt (carrefour à eux arrêts). La manœuvre est techniquement la même qu'à un carrefour à feux et aucun chercheur n'a revendiqué de la dangerosité pour cette manœuvre. La question est de savoir si les deux manœuvres occasionnent le même risque pour les autres usagers de la route ou des risques différents.
 6. Contrairement à ce qui a été rapporté dans le document de Dussault et al (1992), il semble bien que l'introduction du VDFR au USA n'a pas été une erreur si fatidique. Depuis son introduction au USA il y a plus de 25 ans, très peu de personnes semblent être contre le VDFR. Il n'existe aucun mouvement et campagnes afin d'interdire le VDFR. 7 des plus importants experts américains et canadiens travaillant directement à la sécurité des piétons se sont montrés favorables au VDFR. Toutefois il faut interdire le VDFR où il y a un contre indication.
 7. Les raisons invoquées quant à la diminution possible de la signification universelle du feu rouge sur le VDFR est introduit sont malheureusement basées sur aucun fait scientifique. Il est erroné d'affirmer que le VDFR va entraîner un comportement délinquant. Par ailleurs, l'utilisation abusive de feux aux carrefours peut sûrement expliquer en partie la réduction de la crédibilité du feu rouge.
 8. L'argument portant sur le Québec qui serait l'exception en Amérique du Nord ou que les USA serait l'exception à travers le monde est futile. À titre d'exemple, aucune personne

argument que l'Angleterre ou l'Australie soit l'exception car les automobilistes circulent sur la gauche plutôt que sur la voie de droite. La décision d'introduire ou non le VDFR devrait concerner le gouvernement du Québec, les automobilistes, les piétons et les cyclistes québécois.

9. L'application des normes de signalisation routière et du Code de la sécurité est déficiente au Québec. Par exemple, l'application abusive des feux, des arrêts ou des panneaux de limite de vitesse qui ne reflètent pas la réalité. L'application injustifiée de ces mesures injustifiées influence le comportement des automobilistes et des piétons. L'emploi de forces policières ne règlera pas tous les problèmes de comportement et ce problème demande une intervention du gouvernement.

EN RÉSUMÉ

➤ Certains aspects associés à la sécurité et à la mobilité du VDFR restent encore nébuleux. Le VDFR engendre des problèmes de sécurité relativement minimes tels que démontré par les statistiques.

Il existe des problèmes de sécurité beaucoup plus importants.

Des études récentes portant sur la mobilité semblent indiquer des avantages relativement importants, bien que des recherches additionnelles restent à être effectuées sur ce sujet.

La question la plus importante reste à déterminer si le VDFR peut être une mesure efficace et applicable pour le Québec. Le VDFR fonctionne relativement bien partout en Amérique du Nord. Elle est acceptée par la majorité scientifique. Il serait surprenant que le VDFR ne puisse pas fonctionner au Québec. Le comportement des automobilistes québécois n'est pas différent des autres automobilistes en Amérique du Nord.

➤ Dans l'éventualité de l'implantation du VDFR au Québec, il est impératif que le gouvernement examine les points suivants:

14. préparer des études appropriées afin de déterminer les impacts réels sur la sécurité du VDFR ;
15. préparer une étude sur les impacts économiques ;
16. préparer des campagnes d'information ;
17. préparer des critères d'interdiction du VDFR à certains carrefours à feux ;
18. appliquer le VDFR de façon homogène sur l'ensemble du Québec ;
19. examiner le statut spécial de Montréal ;
20. revoir l'application des normes de la signalisation routière et du Code ;
21. inclure un code pour le VDFR dans le rapport d'accident ;
22. étudier les différents types de conception de voies exclusives de virage à droite ;
23. évaluer les mesures visant à réduire les conflits piétons-véhicules ;
24. éliminer la procédure où l'automobiliste ne peut pas tourner lorsque le feu piéton est allumé (???)
25. harmoniser les critères du VDFR avec les critères en application en Amérique ;
26. étudier toutes les caractéristiques associées au VDFR.

COMMENTAIRES sur le rapport de LORD

Le rapport de Lord est excellent à tout point de vue. Il est ignoré le RÉSUMÉ du Bilan. C'est dommage car il présente la problématique du VDFR selon la seule méthode : évaluation du risque.

- Maîtrise du sujet
- Bonne méthodologie pour réaliser le mandat
- Utilisation de la littérature la plus récente

- Bonne exposition de la problématique du VDFR : évaluation du risque
- Suggestion éclairée pour la conduite d'une étude avant-après avec la méthode EB
Pourquoi le MTQ et la SAAQ n'a t-elle pas suivie cette méthode durant l'expérience pilote ?
- Regard critique sur les défaillances des études réalisées au USA dans les années 80
- Souligne l'attitude hostile de l'étude Dussault (1992) vis-à-vis le VDFR.
La pratique du VDFR des 25 dernières années en Amérique du Nord démontre le contraire.
- Les conclusions sont claires ; les recommandations sont pertinentes et très pratiques

Annexe 3

Persaud, B. N., Retting, R.A.Garder, P.E., Lord, D.(2000)

Observational Before-After Conversions Using the Empirical Bayes Method, TRB ID : 01-0562

www.civil.ryerson.ca/Staff_Fac/publications/Persaud/trb%2001-0562CDFIN.htm

RÉSUMÉ

L'objectif de l'étude AVANT-APRÈS utilise la **méthode de Bayes empirique** (EMPIRICAL BAYES METHOD) pour évaluer l'effet d'un changement d'une intersection à feux pour une intersection à rond point. 23 intersections furent étudiées dans 7 états américains, mélanges d'environnement urbain, banlieue et rural avec des designs univoies, et multivoies. L'étude démontre une réduction globale de 40 % de tous les types de collisions et une réduction de 80% des collisions impliquant des blessés. La réduction va jusqu'à 90% pour la catégorie combinant les blessés graves ("incapacitating") et les blessures mortelles. Les résultats de cette étude confirment les résultats de nombreuses autres études conduites au niveau international: *les rond points sont beaucoup plus sécuritaires que les intersections à feux de circulation.*

EN CONCLUSION : *l'installation de rond point doit être fortement encouragée car elle constitue une méthode efficace de sécurité aux intersections.*

UN DEUXIÈME OBJECTIF de l'article est de démontrer le potentiel de la méthodologie de la méthode de Bayes empirique. La caractéristique fondamentale de cette méthode est de tenir compte du changement de volume de trafic qui accompagne tout changement important à une intersection ainsi que de la longueur des périodes des données AVANT-APRÈS. Nous présentons ci après un résumé de la méthode qui est extrait de l'article ci-haut.

Empirical Bayes Method of Before and After Comparison

The empirical Bayes **before-after procedure** (Hauer, *Observational Before-After Studies in Road Safety*, Pergamon Press, Elsevier, Oxford 1997) properly account for regression to the mean while *normalizing* for differences in traffic volume between the before and after periods. The **change in safety** at a converted intersection for a given crash type is given by:

$$B - A \quad (1)$$

where

- B is the **expected number of crashes** that would have occurred in the **after period without the conversion**
- A is the **actual number of reported crashes in the after period (with the conversion).**

B is, in general, estimated using the empirical Bayes procedure in which a regression model is used to first **estimate the annual number of crashes P** that would be **expected at intersections with traffic volumes and other characteristics similar to the one being analyzed.**

The regression model estimate is then combined with the **count of crashes X** in the **n years before conversion** to obtain an estimate of the **expected annual number of crashes m** at the intersection **before conversion**. This estimate of m is a weighted mean of X and P :

$$m = w_1 X + w_2 P \quad (2)$$

where the weights w_1 and w_2 are estimated from the mean and variance of the regression estimate as:

$$w_1 = nP / (k + nP) \quad (3)$$

(formule corrigée : le nP du numérateur était écrit P dans l'article de Persaud et all.)

$$w_2 = k / (k + nP) \quad (4)$$

where $k = P^2 / \text{Var} (P) \quad (5)$

is a constant for a given model and is estimated from the regression calibration process.

Factors then are applied to account for the **length of the after period** and differences in **traffic volumes between the before and after periods**. The result is an estimate of B. The procedure also produces an estimate of the variance of B. The significance of the difference (B–A) is established from this estimate of the variance of B and assuming, based on a Poisson distribution of counts, that:

$$\text{Var} (A) = A. \quad (6)$$

Uncertainty in the estimates of safety effects also can be described with the use of likelihood functions, the theory behind which has been presented in the full project report Persaud et al.

Exemple d'application de la méthode : consulter l'article de Persaud et al.

Les calculs ne sont pas triviaux et exige beaucoup d'expertise statistique.

Remarque:

L'analyse des données du projet pilote aurait due se faire avec cette méthode.

Cela aurait exigé que la durée du projet pilote soit prolongée de plusieurs années.

Il n'y avait aucune raison de limiter la durée du projet pilote à une seule année.

Annexe 4

McFadden, J., McGee, H.W.(1999)

Synthesis and Evaluation of Red Light Running Automated Enforcement Programs in the Unites States. U.S Department of Transportation - Federal Highway Administration

Publication No. FHWA-IF-00-004, September 1999

<http://safety.fhwa.dot.gov/fourthlevel/pdf/rlrfinal.pdf>

RÉSUMÉ

L'incidence des automobilistes qui violent le feu rouge aux intersections est un facteur qui contribue à l'augmentation des accidents aux intersections. La technologie est maintenant disponible afin de détecter la manœuvre de Violation du Feu Rouge (VFR) (en anglais, Red Light Running, RLR). Le FHWA a commandité une étude de 5 municipalités sur 5 ans (sept. 1994 à sept. 1999) pour faire l'enregistrement photographique (caméra 35-mm, caméra vidéo, caméra digitale) des RLR. Ce rapport rapporte les résultats et l'impact du programme mis en place, son efficacité, l'équipement et les coûts. Il fournit des données sur les changements : violations de feux rouge, taux d'accidents aux intersections, opinion publique et les barrières institutionnelles.

Remarque: Cette étude n'est pas directement reliée au problème du VDFR mais l'étude est intéressante du point de vue de PROACTIVITÉ des autorités concernant la sécurité routière.

Villes impliquées : LA County, San Francisco, New York, Polk County (FL), Howard County (MD)

Données : en 1997 : le FARS et GES 800 000 collisions aux intersections , 1 500 000 blessés et plusieurs milliers (???) de mortalités. Une étude à Arlinton (VA) montre un taux de 3 LRL / heure. Le portrait type du violateur RLR est un jeune mâle âgé de moins de 30 ans, ayant des contraventions et convictions de conduite avec facultés affaiblies (alcool).

Moyens pour réduire les LRL :

- enlèvement de feux circulation aux intersections à faible volume de trafic;
- ajuster les temps du signal;
- renforcement automatique de la sécurité routière avec les technologies électroniques nouvelles. Remarque : certainement une voie d'avenir à privilégié au Québec.

Quelques conclusions (page 27)

- réduction des violations RLR : au moins 20% et jusqu'à 60% de réduction avec l'utilisation des systèmes automatique d'enregistrements
- réduction des accidents mais il y a un besoin de données additionnelles sur plusieurs années avant de démontrer un réduction statistiquement significative; la comparaison (AVANT-APRÈS fut limitée sur une année dans 2 des 5 villes.

Remarque : la méthode empirique de Bayes ne fut pas employée pour faire la comparaison. Il faut des périodes plus longues afin de conclure positivement ou négativement sur l'efficacité à réduire le taux d'accident après l'introduction d'une mesure : adoption d'une loi (le VDFR par exemple) ou encore l'utilisation d'une technologie (l'enregistrement numérique vidéo par exemple).

- L'enregistrement automatique a produit 2000 contraventions par mois dans le Howard County. Cela prend 2 ans à 2 policiers pour produire le même nombre.
- Acceptation du public : OUI mais campagne d'information nécessaire.
- Barrières institutionnelles : OUI mais attention à l'empiètement des droits des automobilistes.

Annexe 5

A5. NHTSA : National Highway Traffic Safety Administration (1994?)

Study Regarding Impact of Permitting Right and Left Turns on Red lights. 25 pages, appendix, 31 tables, Office of Program Development and Evaluation

EXECUTIVE Summary

This report presents a brief summary of the current status of state implementation of permitting RIGHT and LEFT turns at red lights. (Left Turn On Red = LTOR is permitted at intersections of a one-way street with another one-way street). As of January 1994, 43 jurisdictions provided for LTOR.

Previous research in the 1970 showed that there appeared to be an increase in right-turning crashes at signalized intersections where RTOR was adopted.

- 23% increase in crashes
 - 60% increase in crashes involving pedestrians
 - 100% increase in bicyclist crashes
- }

Zador 1984

reader caution: in these studies the actual number of right-turning crashes at signalized intersections involving pedestrians and bicyclists is relatively small so that a small increase in absolute numbers yielded a large percentage increase.

- It is not possible to know or estimate the extent the observed increases in right-turning crashes resulting from adoption of RTOR during the 1970 is predictive of the current situation.
- Unfortunately, the current number of crashes due to RTOR or LTOR cannot be determined from the available data.
- However, using fatal crash data we can measure the potential magnitude of the problem.
- Data sources : FARS from Illinois, Indiana, Maryland, Missouri covering 1989-1992
The FARS include a code for RTOR intersection but does not include information on whether a vehicle was turning right on red at the time of the crash ONLY that the vehicle was turning right at the time of the crash at the intersection where RTOR is permitted.

- **ANALYSIS**

1. shows that 84 fatal crashes occurred per year during 1982-1992 time period. There were 485 104 fatalities in the same period so LESS than 0.2% (0.017%) of all fatalities involved right-turning vehicle where RTOR is permitted. However FARS does not discern whether the traffic signal indication was red. Therefore the actual number of fatal RTOR crashes is somewhere between 0 and 84 and may be closer to 0 than 84.
2. RTOR crashes represent
 - 0.05% of traffic crashes (in the 4 states)
 - 0.06% of all fatal + injury crashes
 - 0.4% of signalized intersections crashes
3. 22% of RTOR crashes involves a pedestrian or bicyclist and 93% of these results in injury
4. 0.2% of all fatal pedestrian and bicyclist crashes result from a RTOR maneuver

- **CONCLUSION :** there are a relatively small number of deaths and injuries each year caused by RTOR crashes. These represent a very small % of all crashes. The impact on traffic safety has also been small.

Annexe 6

Dussault, C., Laplante, D., Masse, M., Richard C. (1992)

Le virage à droite sur feu rouge

Examen critique de la documentation et analyse avantages / inconvénients

Société Assurance Automobile du Québec

Table des matières

▪ Sommaire exécutif	p iii à p ix
▪ Introduction	p1
▪ 1.Historique	p2
▪ 2.Analyse impacts sur la mobilité	p5
▪ 3.Analyse impacts sur la sécurité	p16
▪ 4.Implantation	p34
▪ 5.Perception de la population	p38
▪ 6.Analyse avantages / inconvénients	p43
▪ 7.Conclusion	p50
▪ Références	p52
▪ <u>Annexes</u>	
1. Codification des études	p57
2. Revue critique	p63
Paradoxe de Simpson	p86
3. Codification des 9 études originales	p89
4. Critique de Rosenthal	p91
5. Données brutes pour l'intégration	p92
6. Calcul des hausses moyennes	p93

SOMMAIRE

- Impacts sur la mobilité : tableau (p. iv) (pour le Québec - vient de l'étude de Deluc 1987)
 - Economie temps 10 à 20 sec / jour
 - Economie d'essence 3.5 litres/an aussi 0.15 à 0.5% de la consommation totale d'essence
attention : estimations basées sur des extrapolations FRAGILES
- Impacts sur la sécurité
 - 51 études mais seulement 9 avec des données originales (annexe 3)
 - carences des études : absence ou mauvais choix de groupe contrôle,
erreur d'agrégation des données (paradoxe de Simpson), interprétations erronées.
 - nécessité d'un groupe contrôle: les auteurs (Dussault et al) ont considéré que les
accidents reliés au virage à droite pour l'intégration des résultats en utilisant les
accidents reliés au virage à droite comme groupe contrôle.

Remarque tous les accidents avec VD VERSUS accidents NVD (non VD)

Les accidents avec VD inclus le VDFR et les VDFV (feu vert)

Tableau (p iv) : intégration des 9 études avec données originales

Selon la méthode statistique *méta analyse*

Accidents VD avec blessures	changement(%)	probabilité
Piétons	+ 44.2	< 0.01
Cyclistes	+ 58.6	< 0.01
<u>Tous les accidents VD</u>	+ 9.4	< 0.1

Avantages / inconvénients

Il était impossible de réaliser l'analyse à cause d'une panoplie de facteurs et l'imprécision des estimés...etc

"L'appréciation du VDFR devient plus clair lorsqu'on le vide de son contenu émotif."

- Autres considérations

- Coûts d'implantation

- il convient de souligner le caractère non étiq de d'un éventuel projet-pilote sur le VDFR.

- CONCLUSION

La généralisation du VDFR fut une décision précipitée.

Annexe 3 liste des 9 études

AASHTO (1979) Clark(1983) Knaublauch (1983) May (1984) McGee (1976)

Mullowney (1984) Parker (1976) Preusser (1981) Zador (1982)

Commentaires

L'étude de Dussault est novatrice par le souci d'intégration des autres études portant sur le VDFR. La littérature est passée au peigne fin et les failles méthodologiques de la littérature sont soulignées.

On doit souligner la rigueur scientifique des auteurs en réalisant l'intégration de plusieurs études américaines sur le VDFR. L'utilisation de la méthode meta analyse est une bonne approche. Il faut toutefois mettre en perspective plusieurs éléments pour interpréter correctement les conclusions du tableau synthèse.

1. La méthode de meta analyse est, en général, plus appropriée dans le cas d'études de type expérimental, avec des facteurs mieux contrôlés, que dans des études de type observationnel. Or, des études basées sur des rapports d'accidents sont clairement de type observationnel.
3. Le tableau ne fait aucune distinction dans la gravité des accidents. Les auteurs ne pouvaient le faire car les données brutes des différentes études ne rapportent pas cette information. C'est le cas des accidents avec blessures graves et mortelles qui nous préoccupent le plus. Il est connu que les accidents engendrés par un VDFR sont dans une très grande proportion, sinon la totalité, (voir l'étude pilote) de nature légère. Il n'y a aucun moyen de savoir ou de prédire le % d'augmentation dans le cas des accidents graves ou mortels.
4. Le tableau donne le % d'augmentation pour tous les accidents avec virage à droite (VD). On attribue exclusivement au facteur VDFR toute l'augmentation du %. C'est, de toute évidence, une surestimation des vrais valeurs de %.

Annexe 7

Mullowney W. L. Davis T.D (1984)

Operational Effects of RTOR in New Jersey

SUMMARY and CONCLUSION

- Effect of RTOR in New Jersey
- Savings: 3 second / vehicle
- 5% of the pedestrians crossing the approaches were delayed
- 40% of TROR drivers failed to come to a full stop before turning
- Accident study
 - A) REVIEW of past literature : there are 9 types of errors found
 1. aggregation of data from intersection approaches which allow RTOR with data from approaches which prohibit RTOR
 2. selection of only part of the accident data
 3. lack of the use of a control group
 4. the use of improper control group
 5. the use of small numbers of intersections
 6. aggregation of data from roads with vastly different geometric and operational characteristics
 7. using the entire states as the study or control group
 8. comparing accidents during RTOR to accident during RTOG
 9. the use of accidents which occurred after RTOR implementation as before data
..... a grace period is needed for driver ...

B) STUDY DESIGN

1. large number of signalized intersections randomly selected and split into 2 groups:
study group : RTOR allowed **control group** : RTOR prohibited
2. separation of both groups into sub-groups by : intersection geometry
traffic volumes and vehicle speeds
3. 3 years of data collection before and 3 years of data collection after
4. analysis of all intersection accidents not just RT or RTOR
5. Variables
 - a) control : traffic volume, movements, geometry, vehicle speed, population density, driver characteristics
 - b) independent : RTOR condition (allowed, prohibited) , time period
 - c) dependent : accident statistics : collision type, pre-accident vehicle action
severity, time of day

6. Statistical analysis

Chi-square Test of Independence on 2 x 2 contingency table

<u>Group</u>	<u>Time period</u>	
	<u>Before(75-76)</u>	<u>after (78-80)</u>
Study (allowed)	a=0	b
Control (prohibited)	c	d

Note: a = 0 (structural zero) by definition

remark on page 35

RTOR allowed=intersections which had a change in RTOR condition

"RTOR prohibited"=intersections which had no change in RTOR condition

"..it becomes evident that no structural zero exists. Since the point of the entire study is to see the change in the RTOR law on accidents, the classifications of the table are OK."

"The 2 x 2 table has 1 degree of freedom. At the 90% confidence level the critical value is 2.705, Values greater than this will be reported as statistically significant at the 90 % level and values less than 2.705 will be reported as Not statistically Significant (NS)."

7. Statistical results

Table 5 : **all** intersections

Total /by severity /by type/ by vehicle action/ by time period/by road type

Table 6 : **state highway** intersections

Total /by severity /by type/ by vehicle action/ by time period/by road type

Table 7 : **state highway** intersections and **peak** traffic period

by severity /by type/ by vehicle action/

Table 8 : **state highway** intersections and **off peak** traffic period

by severity /by type/ by vehicle action/

8. Cost/benefit analysis for New Jersey p53 to 58

▪ CONCLUSIONS

1. RTOR caused a large accident increase at intersections involving **state highways**
NO SIGNIFICANT CHANGES in accidents occurred at intersections involving only **county and local roads**.
2. Perhaps this increase was due to the fact that state roads have on the average more lanes, more traffic and higher vehicle speeds than county and local roads.
3. The accident increases were greatest in the earlier years after the adoption of the RTOR law. This suggests that drivers are becoming accustomed to the RTOR maneuver.

Commentaires

Cette étude est relativement bien faite du point de vue statistique car :

- les failles des études antérieures sont correctement notées;
- le design de l'étude a été bien pensé sauf pour le choix du groupe contrôle;
- il aurait été préférable de prendre les mêmes intersections ;
- les conclusions fortes sur les effets négatifs du RTOR concernent les voies rapides (state highways) et non les routes locales et de campagnes (county).

Annexe 8

Clark, J. E., Maghsoodloo S., Brown D. R (1983)

Transportation Research Record 926

SUMMARY

State involved: South Carolina and Alabama

Accidents **before and after the passage of RTOR** at signalized intersections

Data: 2 years **before** and 3 years **after**

Findings

- in SC the rate of change of RT property damage accidents was significantly higher in the higher period than the corresponding change for NRT
- in Alabama : there was difference in the rate of change of RT compared to change of NRT
- there is no significant difference in the rate of change of RT fatality or injury accidents when compared with the corresponding NRT fatality or injury
- no evidence that pedestrian accidents increased as the result of RTOR operation
- the law should remain in effect

Statistical analysis : chi-square test and t-test

Objective: has RTOR caused a **significant increase in traffic accidents** in SC and in Alabama?

RT : accident occurring in which at **least one** vehicles was TR

NRT : accident occurring in which **no** vehicle was TR

Table 1 -2 . average change % (geometric mean) in SC and Alabama

SC : NRT = + 4.4 RT = + 8 all accidents = +1.15 (1976-1980)

Al : NRT = -0.66 RT = -2.39 all acc = + 0.52 (1974-1981)

Table 3 : 2 by 2 table for SC (RT, NRT) x (before, after) : **significant difference**

Table 4-5 : trend of NRT and RT for Alabama

Table 6 : before and after statistics RTOR law for RT and NRT in Alabama

Table 7 : t-test for NRT and RT in Alabama : **no significant difference**

Table 8 : chi-square test for NRT and NR : injury fatality accidents : **no difference**
(SC and Alabama)

Table 9 : chi-square test for NRT and NR : injury fatality accidents : **no difference**
(SC and Alabama)

Table 10 : cost of total property damage for SC

Table 11 : cost of total property damage for Alabama

Table 12 : total victims and pedestrian victims in SC and Alabama

Table 13 : chi-square test for pedestrians victims in a 2 by 2 table : **no difference**
(SC and Alabama)

Conclusions

...." there was no significant difference in pedestrian involvement in RT accidents before and after the RTOR law compared with all pedestrian involvement in RT accidents "

..... There are numerous economic benefits

Commentaires

L'étude est bien faite et ne présente pas de faille méthodologique.

Annexe 9

Preusser, D. F., Leaf, A. DeBartolo, Blomberg R. D. Levy M. M. (1982)

The effect Of RTOR on Pedestrian an Bicyclist Accidents

Journal of Safety Research, Vol 13, pp 45-55, 1982

L'article repose sur le rapport du même titre pour le US Department of Transportation HS-806-182, october 1981, final report.

OBJECTIVE : study the effect of western RTOR on pedestrian and bicycle accidents
Data : NY state, Wisconsin, Ohio, New Orleans.

Questions : 1- is there a change in pedestrian and bicyclist accidents ?
2- what is dynamics of an accident during RTOR ?

METHOD

Output variable measure = Y = number of pedestrian (Y1) and bicycle(Y2) crashes by a RT manoeuvre at a signalized intersections as a % of total crashes (includes RTOG and RTOR)

data : table 1 : Y1 an Y2 year 1974 to 1978 in NY, WI, OH, New Orleans

table 2 : change in 12 months before VS 12 months after : big increase !

statistical analysis : comparison of trend in %

Time - series of Box Jenkins table 3 : % change is POSITIVE

DYNAMICS of RTOR crashes : pedestrian (figure 1 and table 4) bicycle (figure 2)

DISCUSSION

- There is an increase in pedestrian and bicycle accidents
- Description of the dynamics of a RTOR accident
- countermeasures
 - education of bicyclist and pedestrian
 - warrants : sign prohibitions on certain approaches
 - traffic engineering
 - a) exclusive pedestrian light phase with no vehicular movement including RTOR
 - b) RTOR "box" forward of the stop line for pedestrians to cross behind vehicle in this box.

Commentaires

- Les méthodes d'analyse statistique sont correctement employées.
- On peut contester le choix du groupe contrôle formé les accidents aux virages à gauche (VàG) à des intersections avec feux de signalisation. L'argument avancé pourrait être que la dynamique du VG étant fondamentalement différente du VàD, cela ajoute un élément de variabilité qui rend la comparaison avant -après moins certaine.
Le choix d'un groupe contrôle formé des intersections avec feux de signalisation nous semble un bien meilleur choix. Notons que le Dussault (1992) mentionne que le choix du groupe contrôle était formé de toutes les **intersections sans feux de signalisation**. Nous ne comprenons pas cette remarque car les tableaux présentés par Preusser dans l'article et dans le rapport complet utilise les virages à gauche comme groupe contrôle.

Annexe 10

Zador, P, Moshman, J., Marcus, L. (1982)

Accid. Anal. & Preview, vol. 14 no 3, pp 219-234, 1982

OBJECTIVE

The frequency of crashes at signalized intersections during 1974-1977 were computed for a number of states that changed their laws during this period and for comparison states that did not change their law. It was possible to compare the frequency of such crashes both before and after adoption of RTOR and with comparison states that did not change their law with respect to RTOR.

RESULTS

increase of RTOR crashes frequency of **study states** (NJ, OK, SC, TE, VA, WI,) exceed by more than 20% the **comparison states** (MD, TX, WA)

larger increase: urban areas, pedestrians,

PRIOR RESEARCH : McGee 1976, Parker 1976, AASTO 1979, Love 1979, Mamlouk 1976

DATA : police-reported crashes from the study and comparison states , see table 2, p. 222

Before : 18 months period **after** 18 months

Classification parameters of a crash

1. Involvement of RT maneuver : right turn , no right turn involvement
2. Crash data : before RTOR after RTOR
3. Crash type : single vehicle no pedestrian, sv ped, mv no ped
4. Location: urban, rural,
5. Severity: : incapacitating, , non incapacitating
6. Age and sex of driver: male(less 24), male 25-54, male (above 55), female,...
7. Age of ped sv : 4 age category
8. Day of week: 9. Time of day: 10. Weather:

STATISTICAL PROCEDURE: from the 2 x 2 table the log odds ratio is defined as

<u>MANEUVER</u>	<u>RTOR law</u>		<u>TOTAL</u>
	<u>before</u>	<u>after</u>	
No RT	a	b	a + b
RT	c	d	c + d
<u>TOTAL</u>	a + c	b + d	a + b + c + d

Log odds ratio $\beta = \ln ((d/b)/(c/a))$

Interpretation of β

- measure the association between columns (law change) and the relative frequency of rows (right turn crashes)
- β positive if RT increase /- β negative if RT decrease
- $\beta = 0$ if the cell frequencies are proportional : $a/b = c/d$
- β does not change when both entries in a same row or in the same column are multiplied by the same quantity
- If cell entries are independent and Poisson distributed then β is $N(0, \sigma^2)$
$$\sigma^2 = 1/a + 1/b + 1/c + 1/d$$

But the log odds ratio disregards the possibility that the relative frequency of RT crashes could have changed due to factors unrelated to the adoption of RTOR. It is necessary to compare the log

odds in the presence of law change with the absence of law change: This net effect can be measure by the difference of the log odd ratio $\beta_S - \beta_C$ of the Study group with the Comparison group. The null hypothesis of no difference between the 2 groups of states is tested with the statistics: $Z = (\beta_S - \beta_C) / ET$ where $ET = (\sigma_S + \sigma_C)^{0.5}$. Under the null hypothesis Z is $N(0, 1)$. The impact of RTOR laws was analyzes in various subsets: crash type, severity,.... Etc (page 30)

Another comparison: between states with common borders. See formula 5-6-7-8 and table 3.

Estimating the magnitude of the effect between Study states and Comparison states (delta P)

Start with the contingency tables of Study states and the contingency table of the comparison of control states, the excess of the RT/after frequency compared to the frequency would yield the same odds ratios as in the control table (comparison states) is given by formula (11) and in percentage form by formula (12).

<u>Numerical results</u> (table 4-5)	States	β	σ	$Z = \beta / \sigma$
	Study	0.146	0.000191	10.4
	Control	-0.042	0.000136	-3.50

$Z = 10.41$ (significant at 0.001 level) and $\Delta P = 20.7\%$

table 6-a-b-c-d-e : The 20.7% change (delta P) is broken down for various subgroups

table 7 : % of excess RT pooled data and matched comparisons

table 8-9-10:

Discussion and recommendations

- the effect of RTOR was to increase the frequency of RT crashes by 20%
In McGee et al (+ 80 %) in AASHTO (+ 37 %)
- greatest proportionate effect : single vehicle and a pedestrian
- economic benefits : time fuel
- to counter the adverse effect of RTOR : prohibit RTOR in urban area with large traffic volume in area with substantial pedestrian volume

Commentaires

La classification des 9 états américains impliqués NJ, OK, SC, TE, VA, WI MD, TX, WA en **study et comparison** n'est pas parfaite car 4 des 6 états du **groupe study** (NJ, SC, TE, VA) avait le Eastern rule (sign permissive). Il aurait été préférable, je crois de faire la distinction des 9 états selon 4 groupes relativement au VDFR généralisé :

groupe 1 = NO to YES (OK, WI) groupe 2 = Sign Permissive (SP) to YES (NJ, SC, TE, VA)

groupe 3 : SP to SP (MD) groupe 4 : YES to YES (TX, WA)

Les auteurs choisissent de faire en 2 catégories :

study = groupe 1 + groupe 2 = NJ, OK, SC, TE, VA, WI

comparison (control): = groupe 3 + groupe 4 = MD, TX, WA

Un élément plus important encore concerne le choix du groupe contrôle. Les mêmes intersections avant le VDFR constitue un meilleur groupe contrôle pour la raison suivante. Un bon choix du groupe de contrôle permet l'application d'un test de différence sur l'écart observé (après - avant) du nombre d'accidents sur les mêmes unités statistiques (carrefours à feux). L'influence de tous les autres **facteurs secondaires** est mieux contrôlée car la variation (si elle existe) du nombre d'accidents est attribuable au **facteur principal de l'étude**. Dans le cas, le VDFR (oui, non) est notre facteur principal. Bien choisir le groupe de contrôle est une application judicieuse du **principe de blocage** dans les études statistiques pour contrer l'effet de tous les facteurs secondaires qui peuvent affecter la variable de réponse.

Annexe 11

AASHTO (1981)

American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.
Dunlap and Associates Inc (1981) Safety and Delay Impacts of RTOR

OBJECTIVE : investigate the practice of RTOR with respect to Safety-Efficiency-Regulation
SUMMARY and CONCLUSIONS findings based questionnaires distributed to 50 states

- accidents rate = accidents per signalized intersections / year AT the 90% confidence level
 1. total : decreased from 12.6 to 11.9
 2. fatal injury : decreased from 0.03 to 0.02
 3. total injury : decreased from 3.1 to 3.0
 4. all RT : increased from 0.7 to 0.9
 5. rear-end : decreased from 3.8 to 3.4
 6. all LT : increased from 2.6 to 3.0
 7. pedestrian : unchanged at 0.15
 8. all types : decreased from 5.4 to 4.4
 9. no strong relationships between accidents and intersection characteristics
- operations 6 results on savings etc...../

RECOMMENDATIONS 1. 2.....

DATA SOURCE : 23 states and 8 were excluded (table 1, p7)

LITERATURE REVIEW

Minnesota - Virginia - Memphis - Colorado - LA - Virginia
Positive conclusion regarding RTOR (p.10)

TRAFFIC CONTROL DEVICE

EFFICIENCY

ANALYSIS of ACCIDENT DATA (p. 16)

- test of interactions among variables
- test for linear correlations
- test for significant change in the number of accidents after RTOR intro
- AID (= TREE diagram):= Automatic Interaction Detection (fig.2-6 , p19-24)
 - Fig 2 : RT accidents fig3-6 : other types of accidents
- Table & : linear correlations- most coefficients are very small

Commentaires

Le rapport est très moyen voire d'une qualité douteuse. La méthodologie présente des failles. Plus de 25 états américains qui n'ont pas répondu au questionnaire. Pourquoi ce taux d'absentéisme élevé alors qu'on fait cette demande à des organismes gouvernementaux et que la problématique du RTOR faisait rage à ce moment là ? L'auteur ne dit rien à ce sujet. Il faut toujours s'inquiéter des données manquantes dans toute étude statistique.

Il n'y a aucun groupe contrôle ce qui affaiblit les conclusions. En effet, la présence d'un groupe contrôle permet de faire une comparaison valable car le groupe contrôle est, en général, soumis aux mêmes variations *non contrôlées* que le groupe expérimental.

Les méthodes d'analyse statistique ne sont pas très bien expliquées et particulièrement convaincantes. La présentation des résultats laisse à désirer.

Annexe 12

McGee W. (1978)

Accident Experience with Right Turn on Red
Transportation Research Record 644

OBJECTIVE and SUMMARY

Review of 6 separate studies of RTOR : Virginia, Colorado, Denver, Chicago, Dallas, LA.
Before and after studies were done for Virginia and Chicago only.

Main Results

- accidents related to RTOR are infrequent (about 0.5%) compared with all accidents at signalized intersections (SI); eastern rule (sign permissive) has a higher rate;
- Chicago and Virginia do not reveal a statistically significant increase in accidents at SI;
- no fatalities were found in the entire data base;

VIRGINIA table 1 before and after RTOR accidents at **29** signalized intersections

" differences are very small and probably none are statistically significant."(p. 67) ...
" the traffic volume data were not complete for all roads or did not correspond directly with the 2 study periods, valid comparisons of accident rates before and after institution of RTOR could not be made "...
" The reduction in accidents is more likely attributable to some other circumstances because no RTOT accidents were identified "
" rear-end decreased from 135 (27.4%) to 127 (26.5) but the difference is not statistically significant. ..."
"...the 16 accidents occurred at only 8 of the 29 intersections but 1 intersection had 5 accidents, 2 had 3 and 5 had only 1 " ($1*5 + 2*3 + 5*1 = 16$).

COLORADO : Table 2 RTOR accident data 1970-1975 **after** adoption of RTOR law in 1969

"...the reduction in 1973-74 is attributable to the fact that intersection accidents involving property damage are not included because of the new form that was adopted.
..... no fatalities attributed to RTOR were reported during the 6 years.

DENVER Table 3 - 1974 accidents at 1137 SI **after** adoption of RTOT law in COLORADO

" That RTOR does not pose a significant safety problem ...
Review of each of the 50 RTOR accident reports and classification of RTOR accident in 4 types (figure 1)

DALLAS Table 4 : pedestrians accidents year before and year after RTOR
..." no increase in pedestrian accidents "

CHICAGO Table 5 accident statistics for 96 SI for 9 months in 1972 without RTOR and 9 months in 1973 with RTOT
..."a significant increase : + 52 % (from 91 to 138) for RT accident / +22% for RTOG
... but a + 10.5% at all 2460 SI ...The increase in total accident cannot be attributed solely ... to the RTOR feature"
Table 6 78 of 95 SI under the 3 rules : no RTOR, Sign Permissive, RTOR (no sign)
.." it appears that there are fewer RTOR accidents under the general rule..."

and RTOR adopted since 1947

3300 SI and only 33 SI are RTOR prohibited

Classification into : severity /type/lighting condition

street type / number of legs /signal operation

SUMMARY OF RTOR ACCIDENT EXPERIENCE

Table 8 : 13 different locations / incomplete information for some cities

- RTOR are very infrequent.....weighted average of 0.61%
- Sign permissive rule (eastern rule) appears more dangerous than the general permissive rule
- Before and after comparison : mixed results
- RTOR severity : less severe than average intersection accident
- RTOR accident type : ..prohibiting RTOR at all locations with a left-turn phase should preclude these accident types from occurring.

Commentaires

- Les données du Colorado et de la ville de Denver et de la ville de LA sont postérieures à l'adoption du VDFR ne peuvent donc pas être employées pour une analyse AVANT -APRÈS.
- Les conclusions sur les données de l'état de Virginia sont basées sur un petit nombre (29) de carrefours à feux et ne permet pas de dégager des conclusions ayant un degré de confiance élevé. Une remarque analogue s'applique pour les données de la ville de Dallas.
- Le groupe contrôle des données de Chicago est formé des intersections **sans VDFR**. Les commentaires déjà faits à propos du choix d'un groupe de contrôle approprié dans l'étude de Preusser et dans celle de Zador s'appliquent ici. Les conclusions que l'on peut tirer des données de Chicago sont tinctées de ce biais et sont donc questionnables.
- Enfin, le tableau 8 qui agrège toutes les données de 11 villes et de 2 états doit être pris avec circonspection car il provient d'études différentes en ampleur et en méthodologie. (" each study was different in scope and methodology.."). Néanmoins, on peut toutefois dégager quelques constats qui furent validés dans d'autres études :
 - les accidents aux intersections avec VDFR ont une fréquence d'environ 0.5% alors que l'ensemble des tous les accidents aux carrefours à feux, toutes catégories confondues ont une fréquence d'environ 3%
 - les accidents avec piétons ou cyclistes résultent en blessures légères qui ne nécessitent pas d'hospitalisation; cela s'explique par le fait que le véhicule effectuant un VDFR doit rouler à faible vitesse pour de réaliser un virage à 90 degrés.

ANALYSE DE L'IMPACT DU VIRAGE À DROITE AU FEU ROUGE SUR LES ACCIDENTS CORPORELS : RÉSUMÉ DE LA PREMIÈRE ANNÉE

Salvator Birikundavyi, Ph.D.
Analyste

RÉSUMÉ

Les données des accidents corporels pour la période allant de 1997 à 2001 ont été analysées pour détecter si le virage à droite au feu rouge (VDFR) dans certaines régions du Québec a eu un impact significatif sur la sécurité routière en 2001. Pour ce faire, les accidents en régions VDFR ont été comparés aux accidents hors VDFR pour déterminer la tendance observée entre 1997 et 2000 et prévoir ce qui aurait eu lieu en 2001 en l'absence du VDFR. Globalement, l'analyse démontre une légère hausse des accidents corporels en régions VDFR par rapport à la tendance observée. La désagrégation suggère que *cette hausse a affectée pratiquement de la même manière les accidents aux intersections et les accidents hors intersections*. Elle est cependant plus significative hors intersections.

L'analyse des données des accidents corporels avec piétons ne révèle aucun changement dans la tendance globale. Pour les cyclistes, c'est plutôt une légère baisse des accidents corporels aux intersections et une baisse assez importante des accidents entre intersections que l'on observe. C'est donc dire que la hausse observée a touché plus les accidents avec d'autres véhicules. Le test d'homogénéité indique cependant que les changements ne sont pas significatifs à 95%. *On ne peut donc conclure hors de tout doute à un effet marquant du VDFR sur l'occurrence des accidents dans les régions VDFR, du moins pour 2001.*

Il importe cependant de garder à l'esprit que cette analyse décrit les accidents observés et ne tient aucunement compte de l'exposition au risque engendrée par l'introduction du VDFR. Une analyse plus ciblée des accidents dans un contexte qui tient compte de la dynamique et de la nature multifactorielle des accidents pourrait conduire à une évaluation plus appropriée de l'effet du VDFR. Nous observerons cependant que les conflits de circulation issus du VDFR ne conduisent pas nécessairement à des accidents. Une information ciblée, conjuguée à des mesures visant à améliorer les attitudes et comportements des usagers de la route et le respect du code de sécurité routière permettrait de mitiger ces conflits.

(*) 8845, boul. St-Laurent, Mezzanine, Tour GR – Montréal (Québec) H2N 1M3
salvator.birikundavyi@stm.info

INTRODUCTION

L'objet de ce rapport est d'évaluer l'impact éventuel du virage à droite au feu rouge (VDFR) sur l'occurrence des accidents au Québec. Cette évaluation porte sur l'historique des accidents corporels de 1997 à 2001, cette dernière année constituant l'année du changement. Plusieurs questions sont posées :

- ◆ Le VDFR a-t-il occasionné relativement plus d'accidents aux intersections en 2001 qu'au cours des années antérieures?
- ◆ Y a-t-il eu plus d'accidents aux intersections dans les villes VDFR comparativement aux autres années?
- ◆ Y a-t-il eu relativement plus d'accidents aux intersections VDFR par rapport aux accidents aux intersections non VDFR en 2001 si l'on tient compte de l'historique des accidents?
- ◆ A-t-on vu le nombre relatif de conducteurs impliqués dans les accidents augmenter significativement dans les régions VDFR en 2001?
- ◆ Les accidents impliquant les piétons et les cyclistes ont-ils connu une hausse significative en 2001?
- ◆ Piétons et cyclistes ont-ils été relativement plus impliqués dans les accidents aux intersections VDFR que dans les intersections hors VDFR en 2001?
- ◆ Etc.

L'étude ne porte cependant pas sur les comportements et/ou attitudes des usagers de la route (conducteurs, piétons, cyclistes, etc.). Cet aspect important est abordé dans Brault et al. (2001).

MÉTHODOLOGIE

De façon simplifiée, nous assumons que le VDFR affecte plus les accidents aux intersections que les accidents hors intersections. Nous nous intéressons donc au nombre et/ou à la proportion des accidents aux intersections dans le bilan routier global et/ou dans les villes VDFR.

Analyse de la tendance historique

La courbe de double masse est utilisée pour explorer l'éventuel changement de tendance dans le nombre d'accidents en régions VDFR par rapport aux accidents hors VDFR. Cette méthode graphique (Searcy et Hardison, 1960) est basée sur le fait que *la relation entre le cumul d'une propriété et celui d'une autre propriété durant la même période est linéaire si les sommes sont proportionnelles*. Un changement de pente dans la courbe de double masse indique une modification du rapport entre les deux propriétés représentées. De tels changements de pentes indiquent qu'un changement affecte une propriété plus que l'autre. La courbe est donc un outil exploratoire et, dans le cas présent, il est utilisé pour prévoir le nombre d'accidents que l'on aurait observé en 2001 si la tendance s'était maintenue, c'est-à-dire, en l'absence du VDFR. La quantité ainsi obtenue est ensuite comparée à celle observée pour déterminer si la différence est significative. L'intervalle de confiance à 95% sur une prévision dans un modèle de régression linéaire est utilisé à cet effet. Il est certain que les observations en 2002 et au cours des prochaines années seront utiles pour valider les conclusions de cette analyse. Pour le moment, *la seule question adressée ici est de déterminer si l'année 2001 diffère sensiblement des années précédentes*.

L'application de cette méthode (courbe de double masse) suppose cependant l'identification d'une relation invariante entre deux propriétés avant le changement pour être à même de prédire ce qui aurait pu se passer si la mesure dont on veut mesurer l'impact n'avait pas eu lieu. Dans le cas qui nous occupe, le VDFR est appliqué aux intersections dans certaines

municipalités du Québec. Il nous faudra trouver une relation constante entre deux propriétés entre 1997 et 2000 pour prédire les accidents en 2001. L'annexe A montre qu'il est illusoire, en particulier, de vouloir prévoir les accidents aux intersections en utilisant les données des accidents hors intersections, que ce soit globalement, pour les piétons ou pour les cyclistes. On observe par contre une relation stable entre les accidents corporels VDFR et hors VDFR, globalement, aux intersections et hors intersections. Cela suggère l'utilisation de strates définies par cette variable pour exploiter la tendance historique.

Analyse des proportions

Le test de chi-deux sur l'égalité de plusieurs proportions (Fleiss, 1981) est utilisé ici pour vérifier si la proportion des accidents aux intersections en 2001 ne diffère pas sensiblement des observations antérieures. Elle est complétée par le calcul des intervalles de confiance des différentes proportions. L'approximation normale est adoptée ici pour le calcul des intervalles de confiance.

Si le résultat de la comparaison démontre que la proportion ne varie pas entre 1997 et 2000, cela suppose une relation invariante entre deux types d'accidents considérés. On peut alors s'en servir pour prédire 2001.

RÉSULTATS

L'examen du poids relatif des accidents corporels en régions VDFR par rapport à l'ensemble des accidents (Figure 1) montre que cette caractéristique est relativement stable entre 1997 et 2000. En l'absence de changement, cette quantité devrait demeurer constante en 2001.

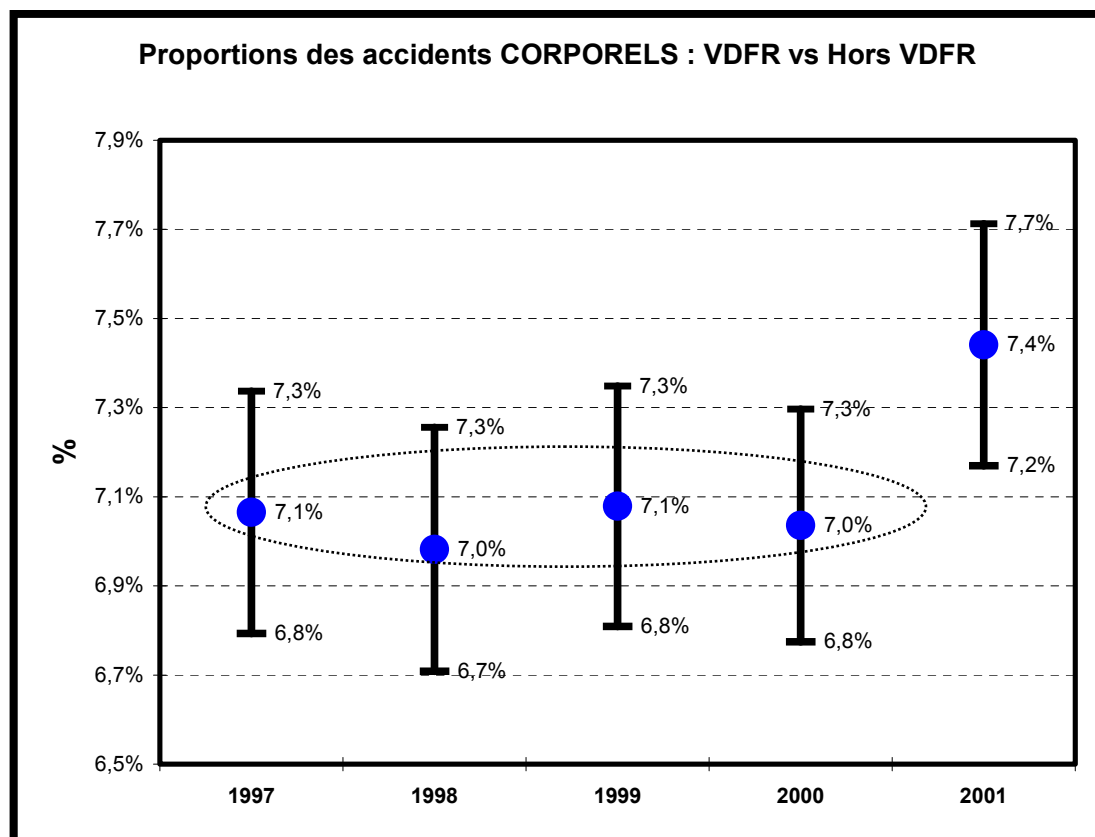


Figure 1 : Proportion des accidents corporels observés dans les régions VDFR

Cette figure montre que, manifestement, un changement est survenu en 2001 : il y a eu relativement plus d'accidents dans les régions VDFR que durant les quatre années antérieures. L'accroissement a-t-il eu lieu aux intersections? Les piétons et les cyclistes ont-ils été victimes de plus d'accidents? Telles sont les questions pour lesquelles une réponse est requise. Pour cela, nous analyserons les accidents corporels dans leur ensemble, en régions VDFR et hors VDFR. Nous les désagrégerons ensuite selon qu'ils ont eu lieu aux intersections ou hors des intersections (annexe B). La même approche sera transposée aux accidents avec piétons ou avec cyclistes (Annexes C et D). Ces deux catégories d'usagers représentent le groupe le plus vulnérable relativement au VDFR.

Estimation des accidents corporels en régions VDFR

La figure 2 représente la relation entre les accidents VDFR et hors VDFR entre 1997 et 2000 sous forme de *courbe de double masse* (Searcy et Hardison, 1960). Connaissant le nombre d'accidents survenus en 2001 en régions non VDFR, cette relation nous permet d'estimer le nombre d'accidents que l'on aurait observé en 2001 dans les régions VDFR, si la mesure n'avait pas été mise en place.

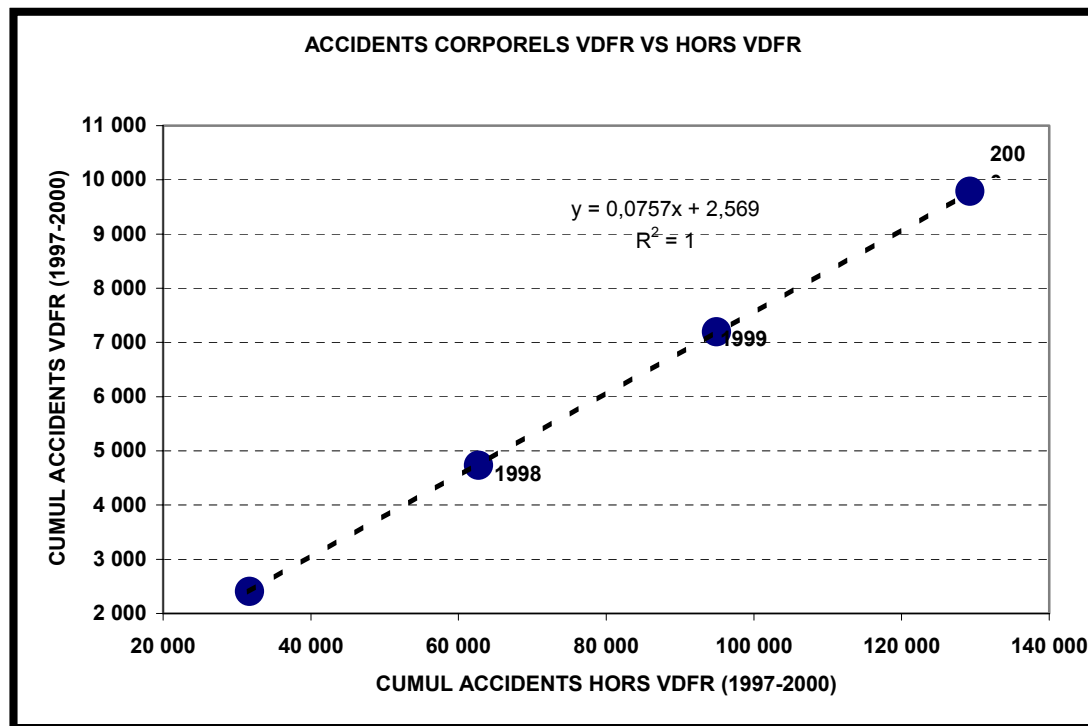


Figure 2 : Relation entre les accidents corporels en régions VDFR et hors VDFR (1997-2000)

Le modèle ci-dessus suggère qu'en 2001, le nombre d'accidents qui auraient eu lieu dans les régions VDFR en l'absence de la mesure aurait été de 2513. Par contre, on en a observé 2671, soit 6% de plus. *Le modèle suggère cependant que cette différence n'est pas significative à 95%!* C'est-à-dire que l'on aurait bien pu observer ce nombre d'accidents même en l'absence de la mesure! La figure 1 montre de fait que l'intervalle de confiance à 95% de la proportion observée en 2001 chevauche sur les intervalles de confiance des proportions historiques observées.

L'examen de cette relation dans les strates définies par les intersections et hors intersections suggèrent la répartition suivante des accidents dans les régions VDFR (Tableau 1). À

l'évidence, la hausse en 2001 a affecté autant les accidents aux intersections que ceux ayant eu lieu hors intersections. Il y a donc lieu de croire que le seul VDFR n'est pas responsable de la hausse. Mais de quelle manière cela a-t-il affecté les piétons et les cyclistes en régions VDFR?

Tableau1 : Répartition des accidents corporels en régions VDFR

INTERSECTIONS vs ENTRE INTERSECTIONS			
	Prévus	Observés	Écart (%)
Global VDFR	2 513	2 671	6,3%
Intersections VDFR	1 237	1 300	5,1%
Hors intersections VDFR	1 273	1 371	7,7%

Estimation des accidents avec piétons et cyclistes

Les tableaux 2 et 3 résument les résultats obtenus pour les accidents avec piétons et cyclistes dans les régions VDFR en 2001 selon la méthodologie décrite ci-dessus.

Tableau 2 : Accidents impliquant les piétons en 2001

INTERSECTIONS / ENTRE INTERSECTIONS			
	Prévus	Observés	Écart (%)
Global VDFR	180	182	1,2%
Intersections VDFR	92	93	0,8%
Entre intersections VDFR	86	89	3,4%

Tableau 3 : Accidents impliquant les cyclistes en 2001

INTERSECTIONS vs ENTRE INTERSECTIONS			
	Prévus	Observés	Écart (%)
Global VDFR	226	205	-9,3%
Intersections VDFR	151	144	-4,6%
Entre intersections VDFR	75	61	-18,7%

L'examen des deux tableaux montre que les accidents avec cyclistes ont relativement baissé en 2001 par rapport aux prévisions. Pour les accidents avec piétons, la différence est très minime et, dans tous les cas, le modèle suggère que les observations restent dans les limites de confiance du modèle à 95% et ce, même pour les accidents avec cyclistes entre intersections dans les régions VDFR. Les résultats complets sont fournis aux annexes B, C et D. Ils démontrent que l'on ne peut attribuer hors de tout doute les changements observés à la mise en place du VDFR.

Conducteurs impliqués

Globalement, il y a eu plus de conducteurs impliqués dans les accidents en 2001 par rapport à l'année 2000. Cette observation est conforme à la hausse observée pour les accidents en régions VDFR. On notera toutefois qu'une situation comparable à 2001 avait été observée antérieurement (Figure 3). Il en va de même dans les différentes strates définies par les intersections ou les mouvements des véhicules lors des accidents. Globalement cependant, *les résultats ne permettent pas de conclure hors de tout doute à un effet négatif du VDFR, du moins pour l'année 2001.*

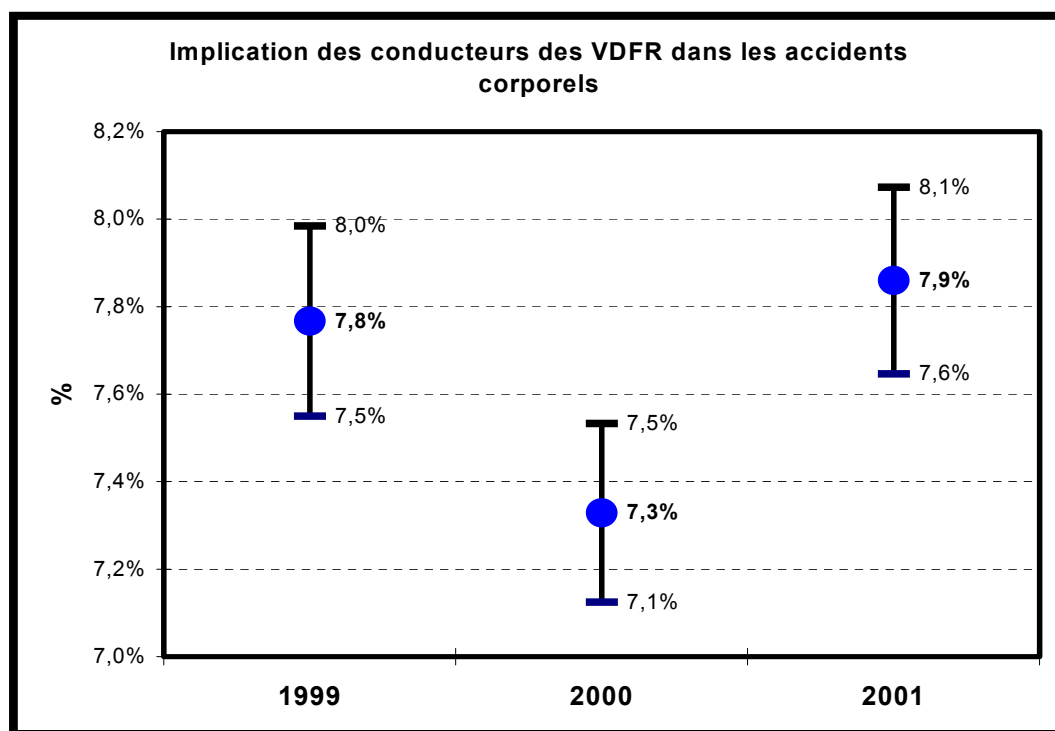


Figure 3 : Conducteurs impliqués dans les accidents corporels

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Globalement, l'analyse des données des accidents révèle les faits suivants :

- Une hausse relative des accidents corporels est observée en 2001 dans les régions VDFR par rapport à la tendance historique;
- Cette hausse affecte plus particulièrement les accidents hors intersections que les accidents aux intersections;
- Le test d'homogénéité suggère que les changements ne sont pas significatifs à 95%;
- La méthode graphique suggère la même chose sauf pour la hausse des accidents corporels hors intersections et la baisse des accidents avec cyclistes entre intersections;
- Les accidents avec les piétons sont restés stables par rapport à la tendance historique;
- Les données sur les conducteurs impliqués ne permettent pas d'exploiter la méthode graphique. L'analyse de proportions sur ces données ne permet pas de conclure à un effet significatif du VDFR.

Ces conclusions sont issues des observations faites en 2001 et n'ont qu'un caractère descriptif. Elles n'ont donc de valeur que pour l'année 2001 et devraient être validées par les observations actuelles et à venir. Il y a lieu aussi de considérer ici que la dynamique des accidents n'est pas prise en compte, et que l'exposition au risque générée par le VDFR ne fait pas partie des considérations. Nous savons cependant que les conflits générés par le VDFR ne dégénèrent pas nécessairement en des accidents et que les attitudes et comportements des usagers de la route sont très importantes dans ce cas précis. Comme le soulignait Claude Dussault dans sa préface à Brault et al. (2001), *la question de sécurité ou de l'insécurité du VDFR réside dans le comportement des conducteurs car, en théorie, cette manœuvre ne comporte aucun danger, si elle est effectuée correctement.*

Il est également possible que le fait de faire une analyse globale, sur de grandes entités, ait conduit à un masquage de l'effet réel du VDFR. Une comparaison des accidents aux intersections ou hors intersection, à l'intérieur même des VDFR, et sur des sites de caractéristiques semblables aurait probablement conduit à d'autres conclusions. Et même si dans ce cas on doit travailler sur de petites quantités, il est possible d'identifier des techniques qui permettent d'obtenir des résultats valides et mieux ciblés.

La conclusion globale de cette analyse est que les données des accidents corporels en 2001 ne permettent pas d'affirmer hors de tout doute que l'introduction du VDFR a modifié de façon significative la structure des accidents au Québec. Ce résultat n'est valide que pour 2001.

RÉFÉRENCES

- Brault, M., Montégiani, M., et Simard, 2001. *Évaluation de l'impact du virage à droite au feu rouge lors d'un projet-pilote au Québec : connaissances, attitudes et comportements.* Rapport SAAQ, Direction de la planification et de la statistique, Novembre 2001.
- Fleiss, J.L., 1981. *Statistical Methods for Rates and Proportions*, 2nd Ed.. Wiley. 352 pages.
- Lyon, C., Persaud, B., et Hadayeghi, A., 2001. *City of Toronto Pedestrian Collision Pilot Project.* Final report. 36 pages.
- Searcy, J.K., et C.H. Hardison, 1960. *Double-mass curves.* United States Geological Survey Water-Supply Paper 1541-B.

Rapport d'étude

VIRAGE À DROITE AU FEU ROUGE : UNE ÉTUDE DES COMPORTEMENTS DES CONDUCTEURS DE VÉHICULES AUTOMOBILES

Marcellin C. Gangbè¹

Jean-Pierre Thouez¹

Jacques Bergeron²

Septembre 2002

- 1- Département de géographie et Centre de recherche sur les transports (CRT), Université de Montréal
- 2- Département de psychologie et Centre de recherche sur les transports (CRT), Université de Montréal

Membres de l'équipe

Bergeron Jacques¹, Ph.D., professeur titulaire, département de psychologie, Université de Montréal

Gangbè Marcellin¹, étudiant de 3^e cycle, agent de recherche, département de géographie, Université de Montréal

Rannou André¹, M.Sc., professionnel de recherche, département de santé publique de Montréal-Centre

Thouez Jean-Pierre¹, Ph.D., professeur titulaire, département de géographie, Université de Montréal

1- Toutes ces personnes sont membres du laboratoire sur la sécurité des transports du Centre de recherche sur les transports (CRT), Université de Montréal

Table des matières

	Page
Mandat	3
Faits saillants	3
1- Introduction	4
2- Objectifs	5
3- Aperçu de la littérature	6
3.1- VDFR et mobilité	6
3.2- Les économies d'énergie	7
3.3- La réduction de la pollution liée aux transports	8
3.4- VDFR et sécurité	8
4- Démarche	12
4.1- Définition et mesure des variables étudiées	13
4.2- Analyse des données	16
5- Résultats	17
5.1- Qualité de la manœuvre de VDFR	17
5.2- Les intersections-problèmes	24
5.3- Les déterminants de la conformité de la manœuvre de VDFR	25
5.4- Analyse du respect de la priorité aux piétons à Montréal et à Toronto	29
6- Conclusion	30
Références	32
Annexes	36
1- Importance relative des accidents au carrefour à VDFR	
2- Carte de localisation des intersections de Toronto et de Montréal	
3- Nomenclature des sites d'observation	
4- Grille d'observation des comportements des automobilistes	
5- Grille de comptage des piétons et automobilistes à l'intersection	
6- Structure des débits moyens de véhicules et de piétons	

Mandat

Le mandat initial qui nous a été confié fut d'étudier les comportements des automobilistes ontariens lors d'une manœuvre de virage à droite sur feu rouge (VDFR) dans trois agglomérations de l'Ontario. En second lieu, nous devons comparer les comportements des automobilistes lors d'un virage à droite sur feu vert (VDFV) à des intersections sélectionnées à Toronto (Ontario) et Montréal (Québec).

Faits saillants

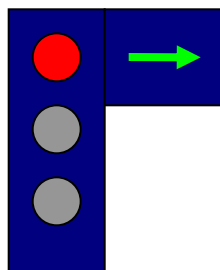
Les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus sont les suivants :

- Peu de conducteurs de l'Ontario¹ (13,8%) effectuent la manœuvre du VDFR en respectant les prescriptions du code de la route (Highway Traffic Act);
- Un conducteur sur trois (31,5%) n'effectue pas l'arrêt obligatoire avant le VDFR;
- La zone d'arrêt est généralement non respectée ; 81% des conducteurs s'arrêtent après la ligne d'arrêt ;
- Par contre, près de deux conducteurs sur 3 respectent la priorité aux piétons lors d'un VDFR ;
- La qualité du VDFR dépend de combinaisons de facteurs variables selon les groupes d'âge;
- Les conducteurs effectuant un VDFR sont proportionnellement moins nombreux (environ 60%) que ceux qui effectuent un VDFV (environ 70%) à accorder la priorité aux piétons;
- La proportion des conducteurs montréalais qui accordent la priorité aux piétons lors d'un VDFV est plus faible que celle des conducteurs torontois (64% contre 70%).

¹ Le terme Ontario renvoie aux trois agglomérations retenues dans cette étude, soit Toronto, Ottawa et Kingston.

1- Introduction

Le virage à droite sur feu rouge (VDFR) est une manœuvre au cours de laquelle l'automobiliste qui fait face à un feu rouge peut tourner sur sa droite, mais généralement à certaines conditions : il doit faire un arrêt complet et s'assurer qu'il n'y a aucun autre usager de la route ayant priorité de passage avant d'exécuter le virage à droite. Cette manœuvre était déjà permise dans certains États américains depuis les années 1920 (ITE, 1981, cité par Dussault et al. , 1992). Dès les années 1950, on observa aux États-Unis deux tendances fortement distinctes: d'un côté, les États de l'Est adoptent la " Eastern rule ", qui prône « une interdiction générale de cette manœuvre sauf aux endroits où elle est permise », et de l'autre, les États de l'Ouest appliquent la " Western rule " qui consiste en « une autorisation générale du virage à droite au feu rouge, sauf aux endroits où il est interdit » (Brault et al., 2001). Mais avec la crise pétrolière de 1973, on assiste à une généralisation du VDFR. En effet, dans le souci de réduire la consommation de carburant, le Congrès américain adopta en 1975 une loi sur l'énergie (Energy Policy and Conservation Act) faisant obligation aux États, désireux de bénéficier des subventions fédérales, d'adopter le virage à droite sur feu rouge (VDFR). Le corollaire immédiat en a été que de 1976 à 1980, la Western Rule fut généralisée aux 50 États américains, puis au Canada, à l'exception de la ville de New York et de la province du Québec (Jaleel, 1984). Ces deux endroits sont demeurés à l'image des États européens où le VDFR n'est pas permis, sauf à certaines intersections en Allemagne, où cette manœuvre n'est permise que s'il existe une voie séparée pour l'effectuer (<http://lipari.usc.edu/~jan/crash.html>) et où la configuration des feux de signalisation (Figure 1) indique que le VDFR est légal. Cette signalisation qui avait cours dans l'ex-RDA a été étendue à la RFA (<http://www.travlang.com/signs/index.html#%3Econtents>).



Pour revenir au Québec, la question du VDFR a été soulevée une première fois en 1977 par le comité de révision du Code de la route, mais sans succès. Des raisons de sécurité avaient alors été évoquées (Simard, cité par AQTR, 1978). Ces mêmes raisons ont prévalu en 1978 lorsque l'AQTR adopta la "Eastern Rule" lors d'un colloque qu'elle organisa sur le VDFR (AQTR, 1978). Par la suite, deux rapports favorables au VDFR furent publiés par la firme Deluc en 1987 pour le compte du Bureau des économies d'énergie et en 1991 pour le compte de la Société de transport de l'Outaouais (Dussault et al., 1992). Malgré ces rapports, le Québec maintient la "Eastern Rule". Mais avec le dernier projet-pilote sur le VDFR du Ministère des transports du Québec (MTQ, 2001), le débat est rouvert pour savoir s'il faut permettre le VDFR d'une manière large et s'aligner ainsi sur le reste de l'Amérique du nord, ou s'il faut l'autoriser seulement dans certains centres urbains ou à quelques intersections.

2- Objectifs

Le présent rapport s'insère dans le contexte global des débats menés actuellement au Québec sur le VDFR. Il se démarque cependant des analyses courantes en ce sens qu'il cherche à tirer leçon de l'expérience des autres provinces du Canada, notamment de l'Ontario. Pour ce faire, notre analyse vise à :

- identifier, chez les conducteurs de véhicule, la nature et la fréquence des comportements à risque non respectueux du code de la route lors d'un VDFR, et plus particulièrement évaluer la fréquence des manœuvres déficientes et illégales lors d'un VDFR en Ontario ;
- identifier les déterminants de ces comportements ;
- vérifier si les fréquences de ces comportements sont différentes selon que l'on effectue un virage à droite sur feu rouge (VDFR) ou un virage à droite sur feu vert (VDFV) ;
- comparer le comportement des conducteurs de Toronto (Ontario) et de Montréal (Québec) à l'endroit des piétons lors d'un VDFV.

3- Aperçu de la littérature sur le VDFR

La littérature relative au VDFR s'intéresse et oppose souvent deux thématiques, la mobilité et la sécurité, auxquelles s'ajoutent les impacts positifs du VDFR sur la consommation d'énergie et la pollution.

3.1- VDFR et mobilité

Comme c'est indiqué dans le tableau 1 suivant, les économies de temps associées au VDFR seraient de l'ordre de 3,0 à 15,6 secondes et varieraient en fonction de la densité de la circulation, de l'existence d'une voie réservée pour le VDFR, et surtout de la synchronisation des feux. En effet, "... stopped time may ... be saved at other intersections as a consequence of factors such as reduced queue lengths and coordinated signals" (Chang et al., 1977; p.477).

Tableau 1: Les économies quotidiennes de temps associées au VDFR

Références	Lieu	Moyenne (sec.)
AASHTO, 1979	N/A	5,5
Chang et al., 1977		6,7 à 15,6
May, 1974	Indiana	7,1
Parker, 1976	Virginie	14,1
McGee et al., 1976	New Jersey, Dallas, Chicago	4,6
Mullowney & Davis, 1984	New Jersey	3,0
AQTR, 1978	Québec	10

3.2- Les économies d'énergie

Chang et al. (1977) estiment à l'aide d'une simulation informatique que le VDFR permet une économie moyenne de 14 ml de carburant en heure de pointe et de 13 ml en dehors des heures de pointe. Les auteurs précisent par ailleurs que leur simulation informatique surévalue les économies réelles observées sur le terrain de 11% ou de 60% selon que l'on est en heure de pointe ou pas.

De leur côté, Parker et al. (1976) ont estimé que les économies annuelles pour la Virginie sont de l'ordre 3,12 millions de gallons. Pour ce faire, ils se sont basés sur la réduction du temps moyen d'attente au feu rouge avant de tourner à droite, et sur une consommation moyenne au ralenti de 0,7 gallon.

McGee et al. (1976) évoquent, quant à eux, une économie de 136 à 187 millions de gallons par année aux États-Unis, ce qui représente entre 0,11 et 0,15% de la consommation automobile totale de carburant aux États-Unis en 1984 (Mullowney et Davis, 1984).

Mullowney et Davis. (1984) estiment pour leur part à 0,15% les économies d'énergie pour le New Jersey avec un taux d'implantation du VDFR égal à 75%. Cette proportion de 0,15 généralement rapportée par les études américaines est confirmée par une autre étude (Furst et al., 1981) basée sur des simulations informatisées.

Au Québec par contre, les estimations proposées font état d'une économie d'énergie plus de trois fois supérieure à celles des États-Unis. En effet, l'AQTR (1978) estime que le VDFR réduirait de 2 millions de gallons par année la consommation de carburant. En actualisant cet estimé, Deluc (1987) rapporte que c'est 0,5% de la consommation totale d'énergie au Québec qui serait économisé, soit 3,5 litres par année et par automobiliste (Dussault, 1992).

Il convient de remarquer que la consommation d'essence dépend de plusieurs autres paramètres que les études n'ont pas toujours considérés. C'est le cas par

exemple de la vitesse, de l'état des pneus, de l'âge du véhicule, des caractéristiques du moteur, etc.

3.3- La réduction de la pollution liée aux transports

La pollution de l'air, tant par ses effets néfastes sur la santé respiratoire que sur le climat en général, constitue une source d'inquiétude dans les sociétés modernes. Parmi les principales sources de cette pollution, plusieurs ont indexé les transports urbains. Par exemple, Schifter et al. (2001) rapportent que le stockage, la distribution et les ventes de carburant sont responsables de l'émission de 6 651 tonnes de composés organiques volatiles par an dans la région métropolitaine de Mexico. Bahrami (2001) pour sa part, identifie 54 composés hydrocarbonés dans des échantillons d'air relevés sur 8 sites différents de Téhéran, où le flux des véhicules varie de 500 à 2500 par heure. Cette situation a conduit certains à associer la mesure du VDFR à une réduction potentielle des gaz à effet de serre. Ainsi, Deluc (1991) s'est basé sur les économies d'essence calculées par l'AQTR en 1978 pour estimer que le VDFR permettrait de réduire de 5 000 tonnes la production de monoxyde de carbone, de 300 tonnes celle des hydrocarbures et de 100 tonnes la production de l'oxyde d'azote.

3.4- VDFR et sécurité

Les avis sur le caractère sécuritaire du VDFR sont partagés (Annexe 2). Ainsi, McGee et al. (1976) ont évalué l'impact de la manœuvre et ont conclu que le VDFR comporte de substantiels avantages économiques (fluidité de la circulation d'où une économie de temps pour les automobilistes, réduction de la congestion du réseau routier et par conséquent diminution de la consommation de carburant et de la pollution, etc.) sans pour autant entraîner un nombre plus élevé d'accidents de la route : le nombre des accidents avant et après l'adoption du VDFR diffère très peu. De la même manière, Parker et al. (1976) analysent les données d'accident avant et après adoption du VDFR en Virginie. Ils notent un accroissement faible et non significatif du nombre d'accidents.

Le NHTSA (1994) analyse d'une part les données d'accidents mortels aux États-Unis et d'autre part les données d'accidents de quatre États américains. Il rapporte que des accidents mortels survenus au cours d'un virage à droite entre 1982 et 1992, seulement 0,2% impliquent un véhicule tournant à droite à une intersection où le VDFR est permis. De ce nombre, 44% impliquent des piétons, 10% des cyclistes et 33% un autre véhicule. Ce pourcentage ne distingue pas les manœuvres effectuées lorsque le feu est au vert de celles qui l'ont été au feu rouge. L'analyse des données des quatre États montre que seulement 0,05% des accidents en général et 0,06% des accidents ayant généré des dommages corporels et mortels, se sont produits à des carrefours où le VDFR est autorisé. 22% des accidents survenus aux intersections où le VDFR est permis impliquent des piétons ou cyclistes. De ce nombre, seulement 0.2% présente une issue fatale pour le piéton ou le cycliste.

Au total, il y aurait relativement peu de décès et de blessures corporelles imputables au VDFR. Une raison majeure à cela est la manière dont les statistiques sont analysées. Lorsque l'on rapporte le nombre de collisions sur VDFR impliquant un piéton au nombre total des collisions d'une région ou d'un État par exemple, il est normal que l'on obtienne des pourcentages inférieurs à 1. Une autre façon d'aborder ces statistiques serait de ne considérer au dénominateur que les collisions impliquant un piéton à un carrefour à feux. Ce choix se justifie par le fait qu'il n'y a pas de VDFR en dehors des carrefours à feux. Et si l'on procède ainsi, c'est un autre schéma que l'on obtient. Ainsi, en considérant les données présentées par Lord (2001) dans son rapport présenté pour le ministère des transports du Québec, les accidents liés au VDFR et qui impliquent un piéton constituent au Manitoba 4% des accidents impliquant un piéton à un carrefour à feux. À Hamilton, cette proportion est de 18%, 6% dans l'État du Maine sur une période de 12 ans, 9% dans le Minnesota pour la période allant de 1985 à 1998, 5% sur 15 ans dans l'Illinois.

On peut rapprocher ces données des travaux de certains auteurs qui estiment que le VDFR est associé à un nombre croissant d'accidents de la circulation. C'est le cas du American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1979) qui, au terme d'une étude menée à 732 carrefours répartis dans 14 grandes villes, a conclu que le taux annuel des accidents lors des VDFR a augmenté sensiblement. En effet, cette croissance aurait été de 37% alors que par ailleurs, aucune croissance du nombre total des accidents n'a été observée.

Zador et al. (1982) ont étudié les données d'accident avant et après adoption du VDFR de six États américains entre 1974 et 1977. Ils ont ensuite comparé les données de ces États à celles de trois autres États où la loi en vigueur n'a pas été modifiée. Les auteurs rapportent une augmentation du nombre d'accidents lors de virage à droite tant dans les États ayant adopté le VDFR que dans les États contrôles. Cependant, les accidents des États à l'étude dépassent de 21% ceux des États contrôles. Par la suite, Zador (1984) a procédé à une revue de littérature sur la question. Il en a conclu que le VDFR est responsable d'une augmentation de 23% des accidents aux carrefours où cette manœuvre est autorisée. Il estime que le VDFR accroît de 60% les accidents impliquant les piétons et de 100% ceux impliquant des cyclistes.

Dans ce même ordre d'idées, Preusser et al. (1981) étudient la fréquence des accidents de la route impliquant des piétons ou des cyclistes dans quatre États américains, avant et après adoption du VDFR. Ils observent que, suite à l'adoption du VDFR, le nombre de ces accidents a connu une croissance allant de 43 à 107% pour les piétons et de 72 à 123% pour les cyclistes.

Pein (1996 : <http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury.html>) a classé par ordre d'importance les types d'accidents enregistrés dans trois différentes communautés. Il en ressort que les accidents de véhicules aux intersections où le VDFR est permis occupe une proportion allant de 7 à 15%.

Des facteurs comme le vieillissement de la population peuvent aggraver cet impact du VDFR. En effet, Zhang et al. (2000) ont étudié les facteurs qui affectent la gravité des accidents de véhicules motorisés chez les personnes âgées de 65 ans et plus. Parmi les facteurs associés aux accidents mortels figure en deuxième position la collision entre deux véhicules effectuant une manœuvre de virage à droite (OR = 8.7). Parsonson et al. (1999) ont étudié la manœuvre effectuée par le conducteur juste avant la survenue d'un accident sur virage aux intersections contrôlées par des feux. Ils rapportent que le VDFR venait d'être effectué par 0,3% des conducteurs de 30-50 ans, 1,4% de ceux de 65 à 74 ans, et par 1,8% des conducteurs de 75 ans et plus.

Au Québec, la SAAQ (2001) a évalué l'impact du VDFR lors d'un projet pilote conduit du 15 janvier 2001 à janvier 2002 dans cinq régions. Les observations faites portent notamment sur le respect de l'interdiction d'effectuer un VDFR, la qualité de la manœuvre du VDFR, et les conflits engendrés par cette manœuvre. Selon le rapport, plus de 8% des conducteurs ne respectent pas l'interdiction d'effectuer un VDFR alors que 19% de ceux qui étaient en position de le faire ne l'ont pas fait. Quant à la qualité de la manœuvre, seulement 30% des conducteurs effectuent le VDFR comme prescrit. Cette proportion a en réalité baissé tout au long de la période, passant de 38 à 22%. Une bonne proportion des usagers ignore la règle du respect du feu de piétons (49%). Seulement un conducteur sur deux fait un arrêt complet. Environ 4% des piétons et des cyclistes se sont retrouvés en situation de conflit.

4- Démarche

Comme dans tout débat social, les avis sont partagés sur le VDFR : d'un côté, on évoque les gains potentiels du VDFR (à savoir plus grande fluidité de la circulation routière, économie de temps, moindre consommation de carburant, réduction de la production des gaz à effets de serre liés à la circulation automobile, etc.). De l'autre, on estime les gains possibles négligeables si l'on

considère les risques d'accidents, avec blessures corporelles ou fatales, que cette manœuvre pourrait générer.

Dans un tel contexte, il apparaît nécessaire de déterminer si l'adoption d'une telle mesure accroîtrait ou non les risques d'accident, et ce sur le long terme. Pour ce faire, il existe deux démarches idéales : 1) comparer les données de collision relevées à plusieurs carrefours, semblables à tous autres égards, dont les uns autoriseraient le VDFR et les autres pas; 2) comparer les données d'accidents relevées à un même carrefour avant et après l'autorisation du VDFR. Plusieurs contraintes rendent caduques ces deux approches : il est quasi impossible de distinguer les accidents spécifiques au VDFR ; il n'y a pas de preuve que les accidents survenus aux intersections où le VDFR est interdit l'ont été sur un virage à droite sur feu vert plutôt que sur un VDFR illégal ; il n'existe pas de données valides de comparaison des périodes pré- et post-autorisation. Dans ce dernier cas, même si les projets pilotes fournissent les données nécessaires, il est impossible d'inférer des tendances de longue durée à partir de données transversales. Le récent projet pilote conduit au Québec illustre bien à propos cette difficulté : en effet, la proportion des conducteurs ayant effectué le VDFR tel que prescrit a décru tout au long du projet. Pour contourner la difficulté, nous avons adopté une solution alternative qui consiste à rechercher et à analyser la fréquence de certains comportements non respectueux du code de la route qui pourraient déboucher sur des accidents. Ceux de ces comportements que nous avons retenus dans le cadre de cette étude sont présentés ci-après.

4.1- Définition et mesure des variables étudiées

Les données utilisées dans ce rapport ont été collectées dans le cadre d'une plus vaste étude comparative des comportements des piétons et de ceux des automobilistes à l'égard des piétons dans trois agglomérations du Québec (Montréal, Hull et Saint-Hyacinthe) et trois agglomérations de l'Ontario (Toronto, Ottawa et Kingston). Dans cette étude, dont le rapport final n'a pas encore été publié, les informations recueillies portent entre autres sur le taux de respect de

la signalisation routière, le respect de la priorité des autres usagers, la présence de conflit piéton-véhicule, les flux de véhicules et de piétons, le sexe et l'âge du piéton ou de l'automobiliste observé, la présence de la signalisation pour piétons et le type d'aménagement. Le choix des intersections fut basé sur des critères précis : débits de véhicules, type d'aménagement (en croix, sans terre-plein, etc.), type de signalisation (feux pour véhicules seulement, feux pour piétons et feux pour véhicules) et critères de l'environnement urbain (commercial ou résidentiel) (Annexes 2 et 3). Les éléments de l'échantillon (piétons et automobilistes) sont choisis de façon aléatoire en fonction de leur présence à l'intersection. Les variables comportementales chez les piétons et les conducteurs ont été recueillies de mai à août 2001 par observation systématique par intervalle de temps à l'aide de grilles déjà validées (Bergeron, 1992 ; Bélanger-Bonneau et al. 1994 ; Thouez et al., 1995 ; Bergeron et al. 1999), mais qui ont été adaptées pour répondre aux objectifs spécifiques de ce projet (Annexe 4). Au cours d'une journée-type, les enquêteurs relèvent les comportements des usagers par intervalle d'une heure. Entre deux périodes d'observation, ils procèdent au comptage des véhicules et des piétons. Précisons que le même enquêteur ne s'intéresse qu'à un type d'utilisateur à la fois. Pour les besoins de ce rapport, nous avons extrait les informations relatives à 4558 automobilistes (Tableau 2) qui effectuent un virage à droite au feu rouge (VDJR) ou au feu vert (VDFV). Ces informations ont trait aux variables définies ci-après.

Le respect de la signalisation mesure le comportement du conducteur face à la signalisation lors de son arrivée à l'intersection. Le conducteur peut :

- faire un arrêt complet sur feu rouge, en immobilisant complètement ses roues ;
- passer sur feu jaune ;
- passer sur feu rouge, c'est-à-dire qu'il ne fait pas l'arrêt obligatoire sur feu rouge ;

- tourner sur une flèche verte verticale, qui indique pourtant que l'on doit continuer tout droit ;
- tourner à droite sur le feu rouge ;
- passer sur le feu vert ou tourner sur une flèche verte horizontale ou sur un feu vert clignotant

Le conducteur peut également combiner le premier comportement avec n'importe lequel des trois derniers.

Le respect de la zone d'attente ou de la ligne d'arrêt fait référence à l'endroit où le conducteur a immobilisé son véhicule, que ce soit avant, sur ou après la ligne d'arrêt

Le respect de la priorité aux piétons : c'est une variable dichotomique qui prend les valeurs 1 lorsque le conducteur accorde la priorité de passage au piéton et 0 lorsque ce n'est pas le cas.

La conformité de la manœuvre

C'est un croisement des trois variables précédentes. La manœuvre peut être :

- conforme : le VDFR est exécuté tel que prescrit ;
- déficiente : le VDFR s'effectue comme prescrit, sauf que le conducteur s'est arrêté après la ligne d'arrêt ;
- illégale : le conducteur n'a pas effectué l'arrêt obligatoire sur feu rouge, et/ou n'a pas accordé la priorité aux piétons.

Nous avons par la suite cherché à évaluer dans quelle mesure la fréquence de ces variables retenues change en fonction d'autres variables dites de stratification. Ces variables de stratification sont :

- L'âge : les conducteurs observés sont classés dans l'un des trois groupes d'âge suivants : 16-24, 25-64, 65 ans et plus.

- Le sexe
- Le débit des véhicules à l'intersection (Annexe 5)
- Le débit des piétons à l'intersection (Annexe 5)
- Le type d'intersection, selon qu'il y a un axe majeur ou pas.

Tableau 2: Nombre d'observations par ville et par type de manœuvre

Ville	VDFR	VDFV	Total
Montreal	0	1538	1538
Toronto	338	1181	1519
Ottawa	124	379	503
Hull	154	233	387
Kingston	126	200	326
Saint-Hyacinthe	0	283	283
Total	742	3816	4556

4.2- Analyse des données

Trois niveaux d'analyse ont été considérés :

- d'abord une série de tests de Khi-deux a permis de comparer la fréquence de certains comportements lors d'un VDFR entre Toronto et les autres agglomérations de l'Ontario d'une part, entre Toronto et Montréal lors d'un VDFV d'autre part, mais aussi d'analyser ces fréquences en fonction de certaines variables dites de stratification ;
- ensuite, nous avons rapporté les comportements observés aux comportements attendus pour identifier les intersections-problèmes, c'est-à-dire celles où les comportements non respectueux du code de la route sont les plus fréquents ;

- enfin, un modèle logit a été construit pour estimer la contribution relative de certains paramètres dans la qualité de la manœuvre du VDFR en Ontario, et identifier ainsi les variables explicatives les plus importantes.

Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel de traitement statistique SPSS, version 10.

5- Résultats

5.1- Qualité de la manœuvre de VDFR

Tableau 3 : Respect de la signalisation, Ontario, 2001

Agglomération	Non-respect		Respect		Total
	n	%	n	%	
Toronto	106	31,4	232	68,6	338
Ensemble Ottawa-Kingston	79	31,6	171	68,4	250
<i>Khi-deux non significatif</i>					
Ottawa	32	25,8	92	74,2	124
Kingston	47	37,3	79	62,7	126
Sans la présence de piétons sur la chaussée					
Toronto	85	31,0	189	69,0	274
Ensemble Ottawa-Kingston	70	32,1	148	67,9	218
<i>Khi-deux non significatif</i>					
Ottawa	25	24,3	78	75,7	103
Kingston	45	39,1	70	60,9	115
En présence de piétons sur la chaussée					
Toronto	21	32,8	43	67,2	64
Ensemble Ottawa-Kingston	9	29,0	22	71,0	31
<i>Khi-deux non significatif</i>					
Ottawa	7	33,3	14	66,7	21
Kingston	2	20,0	8	80,0	10

Dans une proportion non négligeable (31,5%), les conducteurs effectuant un VDFR ne respectent pas la signalisation, que ce soit en présence ou sans la présence de piétons sur la chaussée (Tableau 3). Cette proportion ne varie pas lorsque l'on compare Toronto aux deux autres agglomérations de l'Ontario.

Tableau 4 : Respect de la zone d'arrêt, Ontario 2001

Agglomération	Non-respect		Respect		Total
	n	%	n	%	
Toronto	179	76,5	55	23,5	234
Ensemble Ottawa-Kingston	158	86,8	34	13,2	182
<i>Khi-deux = 7,084 Sig.: 0,008</i>					
Ottawa	79	84,0	15	16,0	94
Kingston	79	89,8	9	10,2	88
Sans la présence de piétons sur la chaussée					
Toronto	150	78,9	40	21,1	190
Ensemble Ottawa-Kingston	141	89,2	17	10,8	158
<i>Khi-deux = 6,673 Sig.: 0,010</i>					
Ottawa	70	87,5	10	12,5	80
Kingston	71	91,0	7	9,0	78
En présence de piétons sur la chaussée					
Toronto	29	65,9	15	34,1	44
Ensemble Ottawa-Kingston	16	69,7	7	30,4	23
<i>Khi-deux non significatif</i>					
Ottawa	9	64,3	5	35,7	14
Kingston	7	77,8	2	22,2	9

La proportion des conducteurs de l'Ontario qui dépassent la zone d'arrêt lors d'un VDFR est élevée, soit 81,0% des conducteurs observés (Tableau 4). Dans l'ensemble, Toronto a un taux de respect plus élevé que l'ensemble des deux autres agglomérations. Seulement, la différence n'est pas significative lorsqu'il y a des piétons sur la chaussée lors de la manœuvre.

Tableau 5 : Respect de la priorité aux piétons, Ontario 2001

Agglomération	Non-respect		Respect		Total
	n	%	n	%	
Toronto	25	41,0	36	59,0	61
Ensemble Ottawa-Kingston	5	23,8	16	76,2	21,0
<i>Khi-deux non significatif</i>					
Ottawa	3	20,0	12	80,0	15
Kingston	2	33,3	4	66,7	6

Lors d'un VDFR, ce sont 2 conducteurs sur 3 qui cèdent la priorité aux piétons (Tableau 5). Toronto présente cependant une fiche de non-observance de cette disposition du code de la route pire que l'ensemble des deux autres agglomérations, soit 41% contre 24%. Cette différence entre Toronto et l'ensemble Ottawa-Kingston n'est cependant pas significative.

Au total, c'est la qualité de la manœuvre même du VDFR qui est en cause (Tableau 6). Ainsi, seulement 14% des conducteurs l'effectuent convenablement. Pour le reste, la manœuvre est généralement déficiente (52%). Toronto se démarque significativement de l'ensemble Ottawa-Kingston par de meilleurs scores : un taux de manœuvres conformes plus élevé (17% contre 10%) et un taux de manœuvres déficientes plus bas (48% contre 57%). Ces différences s'estompent néanmoins pour devenir non significatives lorsqu'il y a des piétons sur la chaussée lors de la manœuvre du VDFR.

Tableau 6 : Qualité de l'exécution du VDFR, Ontario, 2001

Agglomération	Manoeuvre conforme		Manoeuvre déficiente		Manoeuvre illégale		Total
	n	%	n	%	n	%	
Toronto	56	16,6	162	47,9	120	35,5	338
Ensemble Ottawa-Kingston	25	10,0	143	57,2	82	32,8	250
<i>Khi-deux = 7,187 Sig.: 0,027</i>							
Ottawa	15	12,1	76	61,3	33	26,6	124
Kingston	10	7,9	67	53,2	49	38,9	126
Sans la présence de piétons sur la chaussée							
Toronto	46	16,8	142	51,8	86	31,4	274
Ensemble Ottawa-Kingston	18	8,3	130	59,6	70	32,1	218
<i>Khi-deux = 8,152 Sig.: 0,017</i>							
Ottawa	10	9,7	68	66,0	25	24,3	103
Kingston	8	7,0	62	53,9	45	39,1	115
En présence de piétons sur la chaussée							
Toronto	10	15,6	20	31,3	34	53,1	64
Ensemble Ottawa-Kingston	7	22,6	12	38,7	12	38,7	31
<i>Khi-deux non significatif</i>							
Ottawa	5	23,8	8	38,1	8	38,1	21
Kingston	2	20,0	4	40,0	4	40,0	10

Les comportements évoqués ci-dessus varient souvent en fonction de 3 principaux facteurs : le débit des piétons, le type d'intersection, et dans une moindre mesure le sexe (Tableau 7). En effet, il y a relativement plus de femmes que d'hommes qui effectuent le VDFR sans respecter la signalisation, c'est-à-dire sans effectuer l'arrêt obligatoire (39,5% contre 28,4% ; $p = 0,010$). De la même manière, les conducteurs respectent moins souvent la signalisation lorsque l'intersection ne comporte aucun axe majeur (36,2 % contre 25,5 % ; $p=0,017$). Par contre, lorsqu'il y a un axe majeur, la zone d'arrêt est moins respectée (84,5% de non-respect contre 68,6% ; $p=0,001$), et la proportion de manœuvres conformes est moindre (12,0% contre 20,2% ; $p=0,001$). La proportion de manœuvres déficientes est élevée lorsque le débit des piétons à l'intersection est élevé (60% contre 51% lorsque ce débit est faible et 45% lorsqu'il est moyen; $p=0,029$).

Lorsque l'on compare le comportement des conducteurs à l'endroit des piétons selon qu'ils effectuent un VDFR ou un VDFV (Tableau 8), on constate que les conducteurs effectuant un VDFR sont proportionnellement moins nombreux (environ 70%) que ceux qui effectuent un VDFV (environ 70%) à accorder la priorité aux piétons. C'est chez les personnes âgées que la différence est la plus accentuée, dans un rapport de 1 à 3. Ici, ce sont les hommes qui ont une plus forte tendance à refuser au piéton la priorité lors du VDFR. Le plus grand écart entre les deux manœuvres s'observe entre 8h et 9h le matin.

Tableau 8 : Non-observance de la priorité aux piétons sur VDFR et sur VDFV, Ontario, 2001

		VDFR		VDFV		Sig ² .
		n	%	n	%	
Ensemble		37	41,6	320	29,2	0,017
Age						
	16-24 ans	4	33,3	30	27,0	
	25-64 ans	27	39,7	276	29,9	
	65 ans et plus	5	62,5	14	23,7	
Sexe						
	Hommes	27	43,5	237	29,6	
	Femmes	10	37,0	83	28,4	
Heure						
	8h00-9h00	10	66,7	48	26,7	
	10h00-11h00	10	40,0	54	27,1	
	12h00-13h00	8	33,3	70	27,0	
	14h30-15h30	3	23,1	78	34,4	
	17h00-18h00	6	50,0	70	30,4	
Flux de véhicules						
	Faible	10	47,6	103	32,6	
	Moyen	19	44,2	126	27,8	
	Élevé	8	32,0	91	28,0	
Flux de piétons						
	Faible	10	43,5	72	29,5	
	Moyen	14	37,8	127	33,3	
	Élevé	13	44,8	121	25,7	
Type d'intersection						
	Sans axe majeur	19	39,6	144	31,2	
	Avec un axe majeur	14	42,4	169	30,4	

² Les tests de Khi-deux n'ont pas été réalisés pour les variables de stratification à cause des effectifs trop faibles

5.2- Les intersections-problèmes

Les résultats de cette analyse sont résumés dans le tableau 9. Il apparaît que ce sont surtout aux intersections Eglinton/Bathurst, Bloor/St George et Danforth/Pape que les fréquences de comportements non respectueux du code de la route dépassent les attentes. Ces excès sont respectivement de 14, 22, et 32% pour le non-respect de la signalisation. En ce qui concerne le respect de la zone d'arrêt, ce sont les intersections Briar Hill/Younge et Danforth Pape qui affichent un excédent de 13%. Enfin, les scores s'aggravent lorsque l'on considère le non-respect de la priorité aux piétons. En effet, Adelaïde/Peter enregistre un excédent de 22%, contre 46, 63, et 144% respectivement pour Bloor/Spadina, Briar Hill/Younge, et Danforth/Pape. Il n'y a toutefois pas un profil particulier commun aux intersections-problèmes.

Tableau 9: Les intersections-problèmes, Toronto, 2001

	Signalisation non respectée	Zone d'arrêt non respectée	Priorité au piéton non accordée
Danforth et Pape	x		x
Briar Hill et Younge		x	x
Eglinton et Mt Pleasant			
Bloor et St George	x	x	
Eglinton et Bathurst	x		
Wellington et Younge		x	
Bloor et Spadina			x
King et University			
Adelaide et Peter			
Danforth et Woodbine			

5.3- Les déterminants de la conformité de la manœuvre de VDFR

Le tableau 10 présente les estimés des probabilités d'effectuer une manœuvre conforme selon différentes combinaisons de critères. Il ne se dégage pas de tendance dominante. On remarque plutôt que selon le groupe d'âge, différents facteurs s'associent pour déterminer la probabilité d'effectuer une manœuvre conforme. Ainsi, c'est chez les jeunes hommes de 16-24 ans, aux intersections où le flux de piétons est élevé et qui possèdent un axe majeur, que la probabilité est plus grande d'effectuer une manœuvre conforme. Par contre, cette probabilité est faible :

- chez les jeunes femmes de 16-24 ans, lorsque le flux de véhicules est moyen ou élevé et qu'il n'y a pas d'axe majeur ;
- chez les femmes de 25-64 ans, lorsque l'intersection possède un axe majeur. Ces femmes ont une grande probabilité d'effectuer une manœuvre déficiente lorsque le débit des piétons est élevé ;
- chez les hommes de 25-64 lorsque le flux des véhicules est faible, notamment lorsqu'il y a un axe majeur et que le flux des piétons est faible ;
- chez les personnes âgées, surtout les hommes, quand le flux des véhicules est élevé et celui des piétons moyen, à une intersection sans axe majeur.

5.4- Analyse du respect de la priorité aux piétons à Montréal et à Toronto

Étant donné que le VDFR n'est pas autorisé à Montréal, nous avons restreint cette comparaison aux cas où le conducteur effectue un VDFV. Dans ces circonstances, les variables relatives à la signalisation et à la zone d'arrêt n'ont plus de pertinence. La seule variable encore appropriée est le respect de la priorité au piéton. La comparaison entre les deux métropoles montréalaise et torontoise révèle que les Montréalais accordent moins la priorité au piéton (64% contre 70% ; $p=0,012$). Les plus grands écarts entre les deux agglomérations s'observent lorsque le débit des véhicules est élevé ou que celui des piétons est faible ou élevé (Tableau 11).

Tableau 11 : Priorité accordée aux piétons : Comparaison Montréal-Toronto, 2001

	Montréal		Toronto		Sig.
	n	%	n	%	
Ensemble	628	64,4	572	70,1	0,012
Age					
16-24	86	72,9	59	76,6	n.s.
24-64	503	62,3	486	69,1	0,006
65+	39	79,6	27	75	n.s.
Sexe					
Hommes	455	63,9	414	70,2	0,018
Femmes	173	65,8	158	69,9	n.s.
Débit des véhicules					
Faible	239	71,1	179	67	n.s.
Moyen	192	65,8	218	73,9	0,038
Élevé	197	56,8	175	68,9	0,003
Débit des piétons					
Faible	114	58,2	152	71,4	0,007
Moyen	251	67,5	219	66,6	n.s.
Élevé	263	64,6	201	73,4	0,019

6- Conclusion

Cette étude comporte certaines limites qui méritent d'être évoquées. Une première contrainte découle du fait que les données analysées ici n'ont pas été collectées spécifiquement pour cette étude, mais proviennent plutôt d'un projet plus vaste portant sur la comparaison entre les comportements des piétons et des automobilistes du Québec et de l'Ontario. Dans certaines situations, nous avons disposé d'un nombre limité de données d'interactions entre piétons et automobilistes, ce qui a réduit les possibilités d'analyse. Une autre limite participe de la nature même des études comparatives. En effet, les localités comparées varient, non pas seulement en fonction des variables étudiées, mais aussi en fonction de beaucoup d'autres paramètres qui ne sont pas toujours considérés, mais qui peuvent déterminer de façon importante les comportements des conducteurs de véhicules automobiles. C'est le cas par exemple de l'environnement immédiat des intersections, de leur configuration, de la largeur des voies, parfois même des règlements municipaux particuliers, et du degré de tolérance avec lequel les règlements sont appliqués par les corps policiers.

En dépit de ces limites, nous estimons que nos résultats sont fiables et représentent les comportements des usagers de la route en ce qui concerne les manœuvres observées.

Les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus concernent d'abord le VDFR en Ontario et se présentent comme suit :

- Peu de conducteurs de l'Ontario (13,8%) effectuent la manœuvre du VDFR en respectant toutes les prescriptions du code de la route. La plupart d'entre eux (51,9%) s'arrêtent après la zone d'arrêt, alors qu'un conducteur sur trois ne s'arrête pas ou ne respecte pas la règle de la priorité au piéton ;

- Le taux de non-observance de la signalisation lors d'un VDFR n'est pas négligeable (31,5%) ;
- La zone d'arrêt n'est généralement pas respectée ; huit conducteurs sur dix omettent d'effectuer un arrêt avant la ligne d'arrêt ;
- Par contre, deux conducteurs sur trois respectent la priorité aux piétons lors d'un VDFR ;
- La qualité du VDFR dépend de combinaisons de facteurs variables selon les groupes d'âge;
- Les conducteurs effectuant un VDFR sont proportionnellement moins nombreux (environ 60%) que ceux qui effectuent un VDFV (environ 70%) à accorder la priorité aux piétons.

En plus de ces résultats, nous avons également constaté que les conducteurs de Montréal, comparés à ceux de Toronto, ont une plus faible propension à accorder la priorité aux piétons lors d'un VDFV (64% contre 70%).

Bref, notre étude illustre plusieurs problèmes liés aux comportements des conducteurs tels qu'observés en Ontario³ lors de manœuvres de VDFR, et laisse présager des problèmes similaires au Québec dans les interactions entre piétons et conducteurs. Si le VDFR devait être généralisé au Québec, nous estimons d'abord essentiel de mettre en place de sérieuses mesures destinées à modifier les comportements des conducteurs et autres usagers de la route (programmes d'information et d'éducation, application du code de la sécurité routière, réaménagement des intersections, gestion de la signalisation, etc.).

³ En lien avec nos données sur les comportements des conducteurs, on peut noter les résultats rapportés par Lyon et al. (2001) à l'effet qu'à Toronto, entre 1998 et 1999, le nombre de collisions impliquant un véhicule effectuant un VDFR dépassait de 29% ceux qui impliquaient un véhicule effectuant un VDFV.

Références

AASHTO 1979. Safety and Delay Impact of Right Turn on Red. Task Force on Right Turn on Red (D.E. Orne, Chairman); Washington, DC.

AQTR 1978. Recommandations sur la politique des virages à droite aux feux rouges. Compte-rendu du colloque portant sur le VDPR. Association québécoise du transport et des routes. Montréal, Québec.

Bahrami AR 2001. Distribution of volatile organic compounds in ambient air of Tehran. Arch Environ Health;56(4):380-383

Bélanger-Bonneau, H., Lamothe, F., Rannou, A., Joly, M.-F., Bergeron, J., Breton, J.-G., Laberge-Nadeau, C., Maag, U. (1994) Projet d'expérimentation de l'évolution d'une signalisation numérique piétonnière : le décompte visuel, Université de Montréal, 184 pages, annexes.

Bergeron, J., Bélanger-Bonneau, H., Rannou, A., Bourdeau, R., Thouez, J.-P. (1999). Influence des caractéristiques des individus et de l'environnement sur le taux de respect de la signalisation chez les piétons et les cyclistes. Rapport de recherche, Université de Montréal et Direction de la santé publique de Montréal-Centre, 154 pages.

Bergeron, L. (1992). Dossier sur la sécurité des piétons. Société de l'Assurance Automobile du Québec, 1987-1991, 91 pages.

Bonneson JA 1998. Delay to major-street through vehicles due to right-turn activity. Transportation Research Part A-Policy & Practice. 32(2):139-148.

Brault M, Montegiani M, Simard R 2001. Cadre d'évaluation de la sécurité du virage à droite au feu rouge au Québec lors d'un projet pilote. Volet comportement. SAAQ, Québec.

Chang MF, Herman F, Evans L, Wasielewski P 1977. Fuel Consumption and Right Turn on Red: Comparison between Simple Model Results and Computer Simulation. Letter to the editor. Transportation Science 11(1):92-94.

Deluc 1987. Possibilité d'implantation d'une politique du virage à droite sur feu rouge. Rapport produit pour le Bureau des économies d'énergie. Montréal, Québec.

Deluc 1991. Politique de virage à droite sur feu rouge : Document synthèse. Rapport produit pour la Société de transport de l'Outaouais. Ottawa, Ontario.

Dussault C, Laplante D, Richard C 1992. Le virage à droite sur feu rouge : examen critique de la documentation et analyse avantages/inconvénients. Communication présentée lors du congrès annuel de l'AQTR. Québec, Québec.

Lord D 2001. Synthèse et discussions des expériences du virage à droite au feu rouge dans les provinces canadiennes et les états américains. Rapport préparé pour le ministère des transports du Québec. Toronto, Ontario.

Lyon C, Persaud BN, Hadayeghi A 2001. City of Toronto Pedestrian Collision Project. Rapport prepare pour la ville de Toronto, Ontario.

McGee HW, Stimpson WA, Cohenm J, King GF, Morris RF. 1976 : Right Turn on Red. Vol. I: Final Technical Report, Report No FHWA-RD-76-89, Alan Voorhees and Associates, Inc., McLean Virginia.

MTQ 2001. Évaluation des projets pilotes sur le virage à droite au feu rouge : bilan. Ministère des transports du Québec. Québec, Québec.

Mullooney WL, Davis T 1984. Operational Effects of Right Turn on Red in New Jersey. FHWA-NJ-84010. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

NHTSA 1994. Impact of Right Turn on Red. Office of Program Development and Evaluation Traffic Safety Programs, Department of Transportation; Washington, DC.

Parker MR, Jordan Jr RF, Spencer JA, Beale MD, Goodal LM 1976. Right Turn on Red. A Report to the Governor and General Assembly of Virginia, Report No VHTRC 76-R9, Charlottesville, Virginia.

Parsonson, Barry S. Isler, Robert B. Hansson, Glenn J. 1999. Ageing and driver behaviour at rural T-intersections. New Zealand Journal of Psychology. Vol 28(1):51-54.

Preusser DF, Leaf WA, DeBartolo KB, Blomberg RD 1981. The effects of Right Turn on Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents, Report No DOT HS 806 182, Dunlap & Associates, Inc. Darien, Connecticut.

Retting RA, Nitzburg MS, Farmer CM, Knoblauch RL 2002. Field Evaluation of Two Methods for Restricting Right Turn on Red. ITE Journal-Institute of Transportation Engineers. 72(1):32-36.

SAAQ 2001. Évaluation de l'impact du virage à droite au feu rouge lors d'un projet pilote au Québec. Volet : Connaissances, attitudes et comportements. Société d'assurances automobiles du Québec. Québec, Québec.

Schifter I, Magdaleno M, Diaz L, Kruger B, Leon J, Palmerin ME, Casas R, Melgarejo A, Lopez-Salinas E 2002. Contribution of the gasoline distribution cycle to volatile organic compound emissions in the metropolitan area of Mexico City. J Air Waste Manag Assoc;52(5):535-541

Thouez, J.-P., Rannou, A., Bergeron, J., Bussière, Y., Joly, M.-F. (1995). La technique des conflits de trafic appliquée à des carrefours de Montréal, Québec. Université de Montréal, Centre de Recherche sur les Transports, CRT ?, 30 pages plus annexes.

Zador PL 1984. Right Turn-on-Red laws and Motor Vehicle Crashes: A Review of the Literature. Accident Analysis & Prevention 16(4):241-245.

Zador PL, Moshman J, Marcus L 1982. Adoption of right turn on red: Effects of Crashes at Signalized Intersections. *Accident Analysis & Prevention* 14(3):219-235.

Zhang J. Lindsay J. Clarke K. Robbins G. Mao Y 2000. Factors affecting the severity of motor vehicle traffic crashes involving elderly drivers in Ontario. *Accident Analysis & Prevention*. 32(1):117-125.

ANNEXES

**Analyse de conflits dans des situations d'interaction
entre piétons et automobilistes**

par

Jacques Bergeron, Ph.D.

Université de Montréal

Septembre 2002

Analyse de conflits dans des situations d'interaction entre piétons et automobilistes

par Jacques Bergeron, Ph. D., professeur titulaire
Département de psychologie et Centre de recherche sur les transports (CRT),
Université de Montréal

Sommaire

L'étude souligne la difficulté qu'il y a de façon générale à prédire la fréquence et la gravité des accidents routiers, notamment quand on veut prédire les accidents susceptibles de se produire dans tel type de situations (le VRFR par exemple, ou le VDFV) ou dans une catégorie particulière d'aménagement routier (ex. : intersections avec feux de signalisation). Même les statistiques sur la fréquence des accidents survenus sur un site spécifique ne permettent pas de prédire avec précision l'apparition de futurs accidents. D'une part parce que les accidents passés comportent une part aléatoire plus ou moins importante, et d'autre part les statistiques concernant les accidents sont souvent incomplètes et insuffisantes pour comprendre les causes des accidents. De plus, l'étude des accidents corporels doit aussi porter sur une longue période car ils sont (heureusement) statistiquement rares.

C'est ce qui a incité des équipes de recherche de nombreux pays à proposer des modèles de prédiction des accidents à partir de l'observation directe des comportements des usagers de la route et à développer des techniques d'observation de plus en plus sophistiquées. Selon ces modèles certaines manœuvres risquées de la part des conducteurs (suivre un véhicule de très près, conduire à une vitesse excessive, freiner au dernier moment) ou les comportements téméraires des piétons (traverser une intersection à la course, traverser sur un feu rouge) sont au nombre des meilleures variables permettant de prédire les accidents. Pour tenir compte des interactions entre les divers usagers de la route, on a développé la «technique des conflits de trafic», dans le but de

prédire l'apparition des accidents corporels futurs à un endroit donné pour une période de temps donnée, et ce avec une précision comparable à celle qu'on obtiendrait avec des données d'accidents recueillies sur une longue période.

La revue de la documentation scientifique indique qu'il y a généralement une bonne concordance entre les données recueillies lors de l'observation des comportements à risque de la part des conducteurs de véhicules ou des autres usagers de la route, piétons ou cyclistes, et la survenue d'accidents. De plus, même si elle a donné lieu à certaines controverses dans les écrits scientifiques, la «technique des conflits de trafic» est reconnue par une majorité de chercheurs comme un outil valide, notamment pour étudier les interactions entre piétons et automobilistes : le conflit est ici défini comme une situation où il y a croisement entre la trajectoire d'un piéton et celle d'un automobiliste, situation qui conduirait de façon imminente à une collision si aucun des protagonistes n'effectuait de manœuvre d'évitement.

Notre équipe de recherche a recueilli des données d'observation à l'aide de ces techniques auprès de plus de 12 000 piétons et d'autant d'automobilistes au Québec et en Ontario (à des intersections de Montréal, Toronto, Hull, Ottawa, St-Hyacinthe et Kingston). Quelle que soit la province ou la taille de la municipalité, l'ensemble des automobilistes respectent la signalisation (feu rouge) dans une très forte proportion (entre 95 et 96 %), mais respectent beaucoup moins la ligne d'arrêt délimitant la zone prévue pour le passage des piétons (37 % à Montréal et 47 % à Toronto). Pour leur part la majorité des piétons respectent aussi les feux de circulation (76 % à Montréal et 82 % à Toronto), mais un grand nombre n'utilisent pas le passage piétonnier pour traverser l'intersection (33 % à Montréal et 14 % à Toronto).

Une étude approfondie des situations de conflit qui se sont produites au cours de ces dizaines de milliers d'observation montre aussi des différences importantes entre Ontariens et Québécois. Par exemple, on note plus de conflits à Toronto qu'à Montréal. Mais en répartissant les situations de conflit selon que la manœuvre d'évitement observée

a été effectuée par le piéton ou par l'automobiliste, on note qu'à Montréal c'est bien plus souvent le piéton qui évite le véhicule tandis qu'à Toronto c'est plus souvent le conducteur du véhicule qui effectue une manœuvre d'évitement. Ces résultats sont corroborés par d'autres données indiquant que les conducteurs de l'Ontario, dans l'ensemble des situations et quelle que soit leur municipalité, accordent plus facilement la priorité aux piétons (70%) que ne le font les conducteurs au Québec (64%).

Dans la perspective où on envisage d'adopter au Québec une mesure comme le VDFR qui repose sur le concept de priorité au piéton, notre étude indique qu'il apparaît nécessaire de se préoccuper de façon prioritaire des comportements à risque qu'on observe dans les interactions entre piétons et automobilistes.

L'expérience des vingt-cinq dernières années au Québec a montré que l'application de mesures bien coordonnées, fondées sur l'information, la formation et la surveillance policière, a permis de modifier les comportements des usagers de la route au point d'atteindre des niveaux de sécurité comparables (et parfois supérieurs) à ceux de la majorité des pays, en ce qui concerne notamment le port de la ceinture de sécurité et la réduction de la conduite avec facultés affaiblies. Il y a tout lieu de croire que la concertation des intervenants et l'application coordonnée de ces divers types de mesures permettraient des gains appréciables de sécurité dans les situations d'interaction entre piétons et automobilistes.

I - Objectifs de l'étude

L'étude présentée ici poursuit trois objectifs :

- a) Identifier les méthodes et modèles utilisés pour décrire les interactions entre les comportements des usagers de la route, en particulier les comportements impliqués dans les situations de conflit entre piétons et automobilistes ;
- b) Résumer l'essentiel de la documentation scientifique sur l'aptitude des méthodes d'observation des comportements à prédire la survenue d'accidents routiers suite aux situations d'interaction entre piétons et automobilistes ;
- c) À la lumière des connaissances acquises dans le domaine, et en comparaison avec des données similaires observées ailleurs, analyser les résultats obtenus dans des études récemment effectuées au Québec sur des situations d'interaction entre piétons et automobilistes.

II - Méthodes et modèles utilisés pour décrire les interactions entre les comportements des usagers de la route

Comme l'indique la liste bibliographique jointe à la présente étude la documentation scientifique disponible dans le domaine comporte un très grand nombre de méthodes qui ont été développées pour décrire les interactions entre les comportements des usagers de la route, en particulier les comportements impliqués dans les situations de conflit entre piétons et automobilistes. Ces méthodes s'appuient sur des modèles de prédiction de la fréquence et de la gravité des accidents à partir de l'observation directe des comportements, soit par des observateurs dûment formés à cette fin, soit par des techniques d'enregistrement vidéo.

Description de la technique des conflits de trafic

La méthode la plus utilisée par des équipes de chercheurs d'un grand nombre de pays est la «Technique des conflits de trafic». Les techniques de conflits de trafic (TCT) ont fait leur apparition à la fin des années soixante avec les travaux de Perkins et Harris (1968) portant sur les manœuvres d'évitement. Ces techniques utilisent le terme de *«conflit de trafic»* comme variable de substitution pour les accidents corporels. Les TCT ont en effet pour objectif de pallier les carences méthodologiques liées à l'utilisation des données d'accident tirées des rapports de police. Les accidents passés comportent une part aléatoire plus ou moins importante et ne prédisent pas avec précision l'apparition de futurs accidents. L'étude des accidents corporels doit aussi porter sur une longue période car ils sont (heureusement) statistiquement rares. De plus, les statistiques concernant les accidents sont souvent incomplètes et insuffisantes pour comprendre les causes des accidents.

Voici une brève description de la version de l'une des nombreuses techniques de conflit qui ont donné des résultats fiables, inspirée des travaux d'une équipe française¹ reconnue par la communauté scientifique internationale pour la rigueur et la précision de ses méthodes.

Notions d'interaction et de conflit

La technique des conflits de trafic est une grille d'analyse qui permet d'étudier les interactions entre deux conducteurs, en se basant sur les interactions observées entre deux usagers de la route (automobilistes, piétons, cyclistes ou autres) lorsqu'une collision est évitée grâce à une manœuvre d'évitement effectuée par au moins un des deux protagonistes. Il s'agit alors d'un "conflit de trafic", ou "presque accident" .

Objectifs visés par l'utilisation des TCT

Les TCT ont donc pour but de prédire l'apparition des accidents corporels futurs à un endroit donné pour une période de temps donnée, et ce avec une précision comparable à celle qu'on obtiendrait avec des données d'accidents recueillies sur une longue période. L'expression *conflit de trafic* a été officiellement définie en 1977 à Oslo à la première conférence du «International Calibration Study of Traffic Conflict» (ICTCT) : «A traffic conflict is an observable event involving two or more road-users approaching each other in space and time to such an extent that there is risk of collision if their movements remain unchanged.»

La méthode adoptée par l'équipe de chercheurs français précise davantage les concepts et définit le conflit comme suit : «situation d'interaction entre deux usagers de la route (ou entre un usager et son environnement) qui conduirait de façon imminente à une collision si aucun des protagonistes n'effectuait de manœuvre d'évitement.» (Mulhrad, 1988).

¹ d'après Muhlrade, N. (1988). Technique des conflits de trafic. Arcueil (France): Institut National de recherche sur les Transports et leur Sécurité.

Méthode de recueil des données

L'équipe a proposé, à partir de cette définition fondamentale, une description opérationnelle des conflits de façon à recueillir systématiquement des données d'observations des comportements des usagers; il faut en effet pouvoir détecter en pratique dans la circulation:

- «l'existence à des instants donnés de points de chocs potentiels entre deux usagers (ou entre un usager et un obstacle), c'est-à-dire la genèse de situations d'accidents;
- la réalisation de manœuvres d'évitement, le problème étant de déterminer le seuil critique au-delà duquel une manœuvre observée correspond effectivement, pour l'usager concerné, à un évitement d'urgence et non plus à une phase normalement maîtrisée du déplacement.»

Détection des conflits

Muhlrad (1988) décrit ainsi différents événements qui peuvent être perçus et classés par un observateur (ou enregistrés sur vidéo et analysé subséquentment) :

- a) Les interactions constituent la première classe d'événements pertinents: dans une circulation fluide, peu dense ou sans difficultés de conduite particulières, une proportion importante des usagers effectuent leur déplacement sans interactions, c'est-à-dire sans avoir à modifier leur trajectoire ou leurs manœuvres en fonction d'autres usagers présents simultanément sur les lieux; en revanche, dès que deux véhicules ou un véhicule et un piéton sont mis en présence et doivent tenir compte l'un de l'autre dans leurs mouvements immédiats, il y a possibilité d'un conflit de trafic.
- b) L'existence d'un point de choc potentiel détermine si une interaction est critique ou non: pour qu'il y ait risque de collision, il est nécessaire que la situation se prolonge jusqu'à ce que les usagers en présence se trouvent sur des trajectoires concourantes, avec des vitesses telles qu'ils soient amenés à atteindre simultanément le point de croisement.

- c) Si l'existence du point de choc potentiel, c'est-à-dire l'initiation d'un processus d'accident, est détectée par l'un au moins des usagers concernés suffisamment à temps pour qu'il puisse en toute maîtrise interrompre ce processus, la situation reste normale; si au contraire, un usager au moins est obligé d'effectuer un évitement d'urgence, c'est-à-dire une manœuvre non prévue, hâtive et déclenchée brusquement (voire brutalement), il peut, selon l'issue y avoir conflit ou collision.
- d) Si l'évitement d'urgence parvient à interrompre le processus de collision, on est témoin d'un conflit; si, au contraire, la manœuvre échoue (ou dans le cas extrême où aucun des usagers concernés n'a eu le temps ou la faculté de tenter un évitement), le choc se produit, selon ses conséquences, on observe alors des dommages matériels ou un accident corporel.

Corollaires

Les travaux effectués par notre équipe de recherche² auprès des conducteurs de véhicule, en complétant la TCT par l'utilisation d'un simulateur de conduite automobile, nous ont permis de faire les constatations suivantes :

- a) de façon générale, les conducteurs effectuent une manœuvre d'évitement dès le moment où ils perçoivent une situation potentielle de collision avec un autre véhicule ;
- b) la manœuvre d'évitement est habituellement d'autant plus intense que la collision est perçue comme imminente : il s'agit alors d'une manœuvre d'évitement d'urgence c'est-à-dire une manœuvre non prévue, hâtive et déclenchée brusquement (voire brutalement) ;
- c) cette manœuvre consiste généralement en une modification de trajectoire ou une application brutale des freins ;
- d) la première manœuvre d'urgence (le plus souvent incontrôlée) est généralement suivie d'une reprise du contrôle du véhicule (contrôle de la vitesse et de la trajectoire) ou du moins d'une tentative pour reprendre le contrôle.

² Bergeron, J., Laviolette, E., Perraton, F., Joly, P. (1997). The perception of risk involved in alcohol-impaired driving, (pp.115-124) In Brookhuis, De Waard, & Weikert (Eds), Simulators and Traffic Psychology. The Netherlands : HFES.

III - Prédiction des accidents à partir des modèles et méthodes d'observation des comportements

La recension des écrits scientifiques fait ressortir la difficulté qu'il y a de façon générale à prédire la fréquence et la gravité des accidents routiers, notamment quand on veut prédire les accidents susceptibles de se produire dans tel type de situations (le VRFR par exemple, ou le VDFV) ou dans une catégorie particulière d'aménagement routier (ex. : intersections avec feux de signalisation). Même les statistiques sur la fréquence des accidents survenus sur un site spécifique ne permettent pas de prédire avec précision l'apparition de futurs accidents. D'une part parce que les accidents passés comportent une part aléatoire plus ou moins importante, et d'autre part les statistiques concernant les accidents sont souvent incomplètes et insuffisantes pour comprendre les causes des accidents. De plus, l'étude des accidents corporels doit aussi porter sur une longue période car ils sont (heureusement) statistiquement rares.

Validité de la «Technique des conflits de trafic»

Par ailleurs, la consultation des études portant spécifiquement sur l'utilisation de méthodes d'observation des comportements comme la «technique des conflits de trafic» montre que ces méthodes permettent souvent de meilleures prédictions que l'ensemble des autres méthodes, en particulier dans les situations d'interaction entre piétons et automobilistes. En effet, certaines manœuvres risquées de la part des conducteurs (suivre un véhicule de très près, conduire à une vitesse excessive, freiner au dernier moment) ou les comportements téméraires des piétons (traverser une intersection à la course, traverser sur un feu rouge) sont au nombre des meilleures variables permettant de prédire les accidents.

La revue de la documentation scientifique indique ainsi qu'il y a généralement une bonne concordance entre les données recueillies lors de l'observation des comportements à risque de la part des conducteurs de véhicules ou des autres usagers de la route, piétons ou cyclistes, et la survenue d'accidents. De plus, même si elle a donné lieu à certaines controverses dans les écrits scientifiques, la «technique des conflits de trafic» est reconnue par une majorité de chercheurs comme un outil valide, notamment pour étudier les interactions entre piétons et automobilistes : dans cette interaction le conflit est ici défini comme une situation où il y a croisement entre la trajectoire d'un piéton et celle d'un automobiliste, situation qui conduirait de façon imminente à une collision si aucun des protagonistes n'effectuait de manœuvre d'évitement.

Selon les résultats d'une majorité d'études dans le domaine citées dans la liste bibliographique, l'utilisation adéquate de telles méthodes permet dans la majorité des cas d'obtenir des résultats ayant une précision comparable à celle qu'on obtiendrait avec des données d'accidents recueillies sur une longue période.

IV - Analyse de résultats récemment obtenus dans des études d'observations des comportements de piétons et d'automobilistes

Plusieurs études ont été effectuées au Québec ces dernières années sur les comportements des piétons et des automobilistes. Voici une brève description de deux études effectuées par notre équipe de recherche, basées sur l'observation de situations d'interaction et/ou de conflits entre piétons et automobilistes. À titre d'exemples de sites d'observation, les figures 1 et 2 illustrent les schémas utilisés pour observer les comportements des ns et des autres à deux intersections de Montréal.

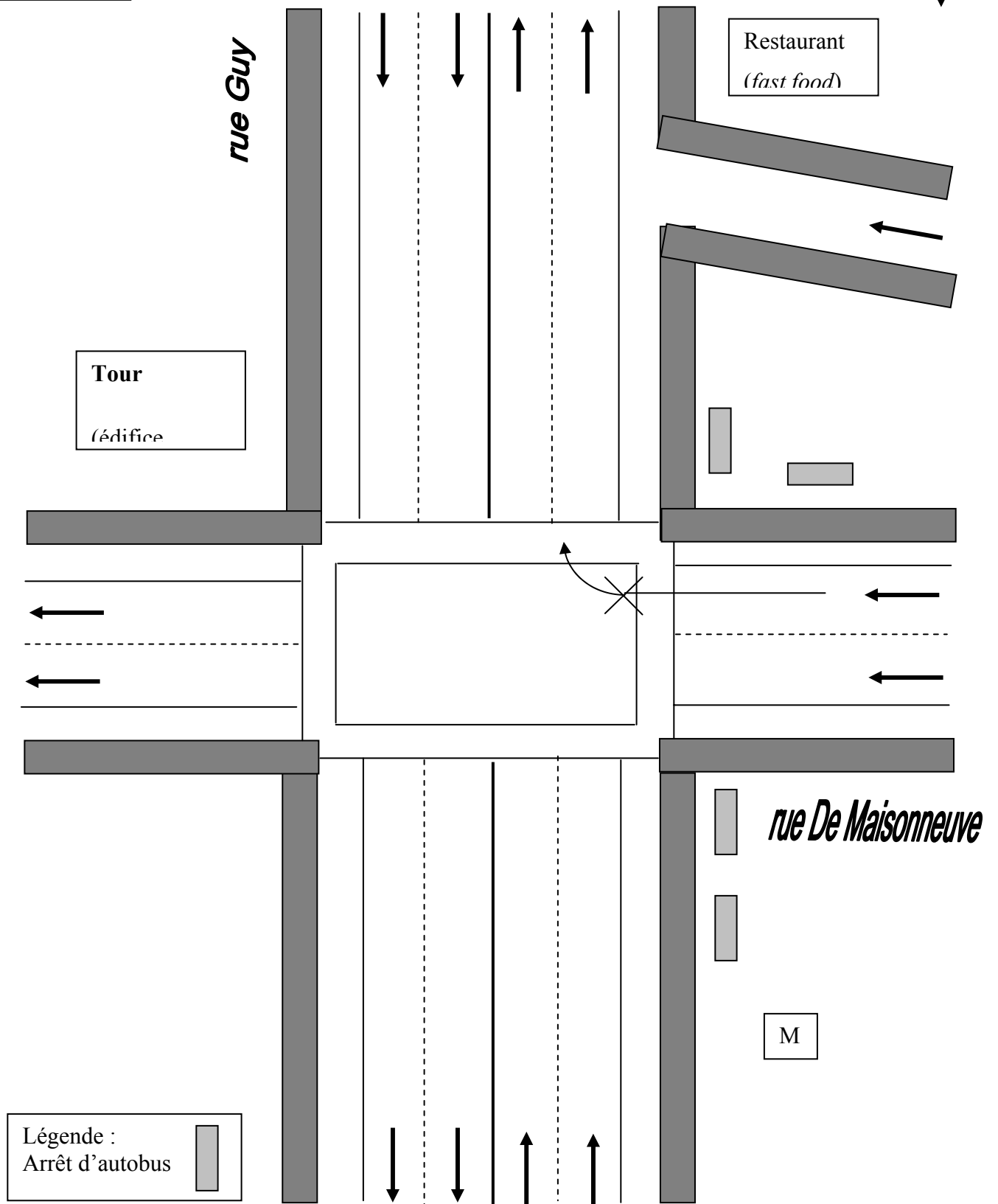
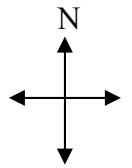
A) Comportements des piétons à l'égard des feux de signalisation

Au Québec, le nombre d'accidents, aussi bien pour les piétons que pour les cyclistes, est proportionnellement plus élevé que dans l'ensemble du Canada et des États-Unis. Dans le cas des piétons, les jeunes de moins de 15 ans, et les personnes de 65 ans et plus sont les deux groupes les plus à risque, alors que dans le cas des cyclistes, ce sont les jeunes de moins de 20 ans.

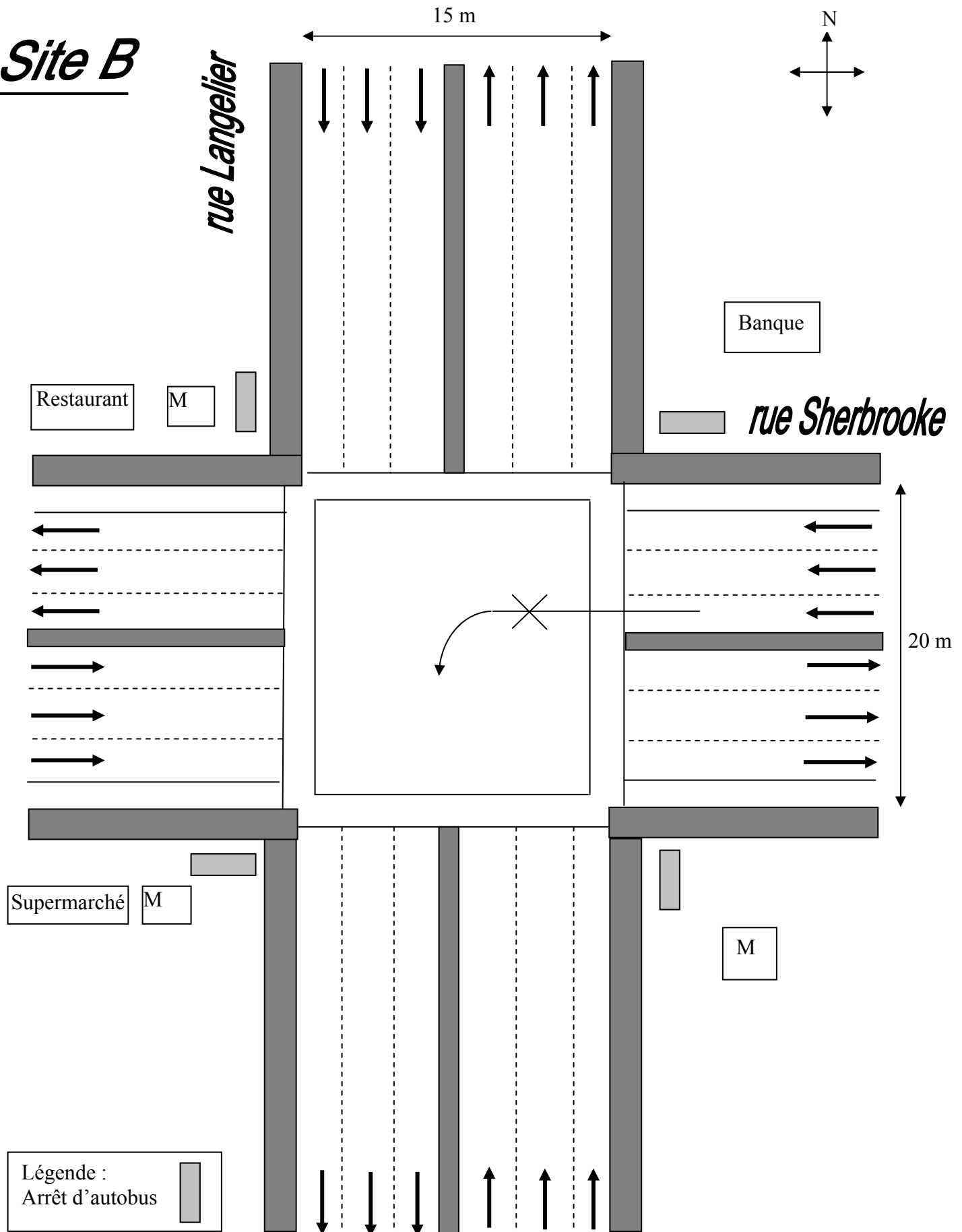
Notre équipe de recherche a effectué une étude au cours des dernières années sur les taux de respect de la signalisation chez les piétons et les cyclistes³, dont voici une brève synthèse en ce qui concerne les comportements des piétons.

³ Bergeron, J., Bonneau, H., Rannou, A., Bourbeau, R. Thouez, J-P. (2000). Influence des caractéristiques des individus et de l'environnement sur le taux de respect de la signalisation chez les piétons et les cyclistes. Rapport d'une recherche subventionnée par le Programme d'action concertée sur la sécurité routière FCAR / SAAQ / MTQ.

Site A



Site B



Problématique

Les études déjà effectuées sur les taux de respect de la signalisation par les piétons ont obtenu des résultats très variables selon l'âge et le sexe, selon les caractéristiques environnementales (terre-plein, débit de circulation, grandeur de la ville) et selon le niveau socio-économique du quartier. Il devenait donc pertinent d'entreprendre une nouvelle étude combinant à la fois les variables socio-démographiques et environnementales, pour départager l'influence respective de chaque variable.

Méthode

Les observations ont été effectuées de mai à la mi-novembre, à raison de 18 périodes d'une durée de 60 minutes, du lundi au dimanche inclusivement. Quatorze intersections de la ville de Montréal ont été retenues pour fins d'observation. Au total, on a ainsi observé les comportements de 8 725 piétons à ces intersections. On a exclu cependant dans les analyses les personnes qui sont arrivées à l'intersection sur un feu vert de sorte que les analyses ont porté sur 7 040 observations concernant le respect de la signalisation.

- Variables dépendantes:

Deux variables dépendantes du taux de respect de la signalisation ont été utilisées: 1) **le respect de la signalisation** qui se définit comme l'arrivée d'un piéton à l'intersection à la phase de dégagement ou d'attente, et le départ au moment opportun; 2) **Le respect strict de la signalisation** qui se définit de la même façon, mais exige que l'attente (s'il y a lieu) soit faite sur le trottoir.

- Variables explicatives:

Trois variables explicatives sont recueillies: 1) socio-démographiques (**sexe et âge** de la personne observée), 2) environnementales (indice de défavorisation du quartier, type d'environnement urbain, type de signalisation) et 3) flux des différents usagers de la

route (flux de véhicules, de piétons, de cyclistes), dont **l'exposition au trafic** qui représente le nombre de véhicules à l'heure avec lesquels le piéton ou le cycliste est susceptible d'entrer en conflit.

Résultats

Des analyses bivariées ont permis l'étude des relations entre le taux de respect et les variables socio-démographiques et environnementales. Il en ressort que les femmes et les personnes de 65 ans et plus sont les piétons les plus respectueux de la signalisation. De façon générale, les taux de respect sont plus élevés pour les intersections commerciales, les zones défavorisées, les intersections avec une exposition au trafic élevée et les intersections avec une signalisation pour piétons. Les mêmes analyses effectuées pour la variable **respect strict** permettent d'obtenir des relations similaires à celles obtenues pour la variable **respect**.

Il apparaît aussi que les taux de **respect** et de **respect strict** de la signalisation ont tendance à augmenter avec une hausse du débit moyen de véhicules (exposition), et davantage aux intersections avec signalisation pour piétons qu'avec seulement signalisation pour véhicules. Les feux pour piétons aident aussi à augmenter le taux de respect dans les intersections résidentielles à faible débit (taux 5 fois plus élevé) et dans les intersections commerciales à débit élevé (2 fois plus élevé).

Des analyses multivariées ont été effectuées dans le but de tenir compte simultanément des différentes variables explicatives. Pour la variable respect de la signalisation, les facteurs explicatifs ayant été analysés sont: l'âge (10-14 ans, 15-19 ans, 20-34 ans, 35-64 ans et 65 ans et plus), le sexe, l'exposition (faible, moyen, élevé), le type de signal (feux pour véhicules, feux pour piétons) et le type de quartier (commercial, résidentiel défavorisé, résidentiel favorisé). Les résultats montrent que ces variables ainsi divisées expliquent assez bien le taux de respect de la signalisation par le piéton, la variable exposition (débits de véhicules) étant la plus importante puisque les piétons respectent 7,32 fois plus la signalisation lors d'une exposition élevée comparativement à

une exposition faible. Le type de signal arrive en seconde place avec 1,57 fois plus de respect de la signalisation avec des feux pour piétons. En troisième place arrive le genre, avec 1,40 fois plus de respect par les femmes, puis l'âge avec un respect 1,3 fois plus grand chez les piétons de 65 ans et plus par rapport aux piétons de 10-14 ans, et finalement le type de quartier avec un ratio de chance du respect de la signalisation inférieur à 1,00 dans les intersections résidentielles.

Interprétation des résultats

En résumé, ces résultats indiquent que le principal facteur qui incite l'ensemble des piétons à respecter la signalisation, ce sont les situations d'interaction avec des véhicules automobiles. En d'autres termes, un grand nombre des piétons semblent se préoccuper d'un feu rouge (ou d'un signal d'attente avant d'entreprendre la traversée d'une intersection) dans la mesure surtout où ils perçoivent la possibilité d'un conflit avec un véhicule automobile.

B) Étude de conflits entre piétons et automobilistes

Au cours de l'été 2001 notre équipe de recherche a recueilli des données d'observation à l'aide de ces techniques auprès de plus de 12 000 piétons et d'autant d'automobilistes au Québec et en Ontario (à des intersections de Montréal, Toronto, Hull, Ottawa, St-Hyacinthe et Kingston). Quelle que soit la province ou la taille de la municipalité, l'ensemble des automobilistes respectent la signalisation (feu rouge) dans une très forte proportion⁴ (entre 95 et 96 %), mais respectent beaucoup moins la ligne d'arrêt délimitant la zone prévue pour le passage des piétons (37 % à Montréal et 47 % à Toronto). Pour leur part la majorité des piétons respectent aussi les feux de circulation

⁴ On a exclue ici les situations où les conducteurs ont effectué un VDFR de façon à présenter des données comparables au Québec et en Ontario. Le respect de la signalisation est moins élevé dans les manœuvres de VDFR.

(76 % à Montréal et 82 % à Toronto), mais un grand nombre n'utilisent pas le passage piétonnier pour traverser l'intersection (33 % à Montréal et 14 % à Toronto).

Comme dans l'étude précédente, le débit de circulation ressort comme une variable prépondérante, pour les deux types d'usagers de la route, mais encore davantage pour les comportements des piétons et les interactions entre piétons et automobilistes.

Une étude approfondie⁵ des situations de conflit qui se sont produites au cours de ces dizaines de milliers d'observation montre aussi des différences importantes entre Ontariens et Québécois. Par exemple, on note plus de conflits à Toronto qu'à Montréal. Mais en répartissant les situations de conflit selon que la manœuvre d'évitement observée a été effectuée par le piéton ou par l'automobiliste, on note qu'à Montréal c'est bien plus souvent le piéton qui évite le véhicule tandis qu'à Toronto c'est plus souvent le conducteur du véhicule qui effectue une manœuvre d'évitement. Ces résultats sont corroborés par d'autres données indiquant que les conducteurs de l'Ontario, dans l'ensemble des situations et quelle que soit leur municipalité, accordent plus facilement la priorité aux piétons (70%) que ne le font les conducteurs au Québec (64%).

⁵ Bergeron, J., Thouez, J-P., Bonneau, H. , Bourbeau, R. Lord, D., Rannou, A. (2002). Étude des conflits entre piétons et automobilistes. *Actes du 9^e Congrès de la Prévention Routière Internationale (IX PRI World Congress, Madrid, 26-28 February 2002).*

V - Résumé et conclusions

L'étude souligne la difficulté qu'il y a de façon générale à prédire la fréquence et la gravité des accidents routiers, notamment quand on veut prédire les accidents susceptibles de se produire dans tel type de situations (le VRFR par exemple, ou le VDFV) ou dans une catégorie particulière d'aménagement routier (ex. : intersections avec feux de signalisation). C'est ce qui a incité des équipes de recherche de nombreux pays à proposer des modèles de prédiction des accidents à partir de l'observation directe des comportements des usagers de la route et à développer des techniques d'observation de plus en plus sophistiquées.

La revue de la documentation scientifique indique qu'il y a généralement une bonne concordance entre les données recueillies lors de l'observation des comportements à risque de la part des conducteurs de véhicules ou des autres usagers de la route, piétons ou cyclistes, et la survenue d'accidents. De plus, même si elle a donné lieu à certaines controverses dans les écrits scientifiques, la «technique des conflits de trafic» est reconnue par une majorité de chercheurs comme un outil valide, notamment pour étudier les interactions entre piétons et automobilistes : le conflit est ici défini comme une situation où il y a croisement entre la trajectoire d'un piéton et celle d'un automobiliste, situation qui conduirait de façon imminente à une collision si aucun des protagonistes n'effectuait de manœuvre d'évitement.

À la lumière des connaissances acquises dans le domaine, et en comparaison avec des données similaires observées ailleurs, les résultats obtenus dans des études récemment effectuées au Québec sur des situations d'interaction entre piétons et automobilistes indiquent notamment :

- l'ensemble des automobilistes respectent la signalisation (feu rouge) dans une très forte proportion (entre 95 et 96 %), mais respectent beaucoup moins la ligne d'arrêt délimitant la zone prévue pour le passage des piétons ;
- une majorité des piétons respectent aussi les feux de circulation mais un grand nombre n'utilisent pas le passage piétonnier pour traverser l'intersection ;
- dans les situations d'interaction observées à des intersections équipées de feux de signalisation, seulement 64% des automobilistes ont accordé la priorité aux piétons.

Dans la perspective où on envisage d'adopter au Québec une mesure comme le VDFR qui repose sur le concept de priorité au piéton, notre étude indique qu'il apparaît nécessaire de se préoccuper de façon prioritaire des comportements à risque qu'on observe dans les interactions entre piétons et automobilistes.

L'expérience des vingt-cinq dernières années au Québec a montré que l'application de mesures bien coordonnées, fondées sur l'information, la formation et la surveillance policière, a permis de modifier les comportements des usagers de la route au point d'atteindre des niveaux de sécurité comparables (et parfois supérieurs) à ceux de la majorité des pays, en ce qui concerne notamment le port de la ceinture de sécurité et la réduction de la conduite avec facultés affaiblies. Il y a tout lieu de croire que la concertation des intervenants et l'application coordonnée de ces divers types de mesures permettraient des gains appréciables de sécurité dans les situations d'interaction entre piétons et automobilistes.

Références

- Alexander, G.J., and H. Lunenfeld. *Positive Guidance in Traffic Control*. U.S. Department of Transportation, FHWA, Washington, D.C., 1975.
- Bergeron, J., Bonneau, H., Rannou, A., Bourbeau, R. Thouez, J-P. (2000). Influence des caractéristiques des individus et de l'environnement sur le taux de respect de la signalisation chez les piétons et les cyclistes. Rapport d'une recherche subventionnée par le Programme d'action concertée sur la sécurité routière FCAR / SAAQ / MTQ.
- Bergeron, J., Laviolette, E., Perraton, F., Joly, P. (1997). The perception of risk involved in alcohol-impaired driving, (pp.115-124) *In* Brookhuis, De Waard, & Weikert (Eds), *Simulators and Traffic Psychology*. The Netherlands : HFES.
- Bergeron, J., Thouez, J-P., Bonneau, H. , Bourbeau, R. Lord, D., Rannou, A. (2002). Étude des conflits entre piétons et automobilistes. *Actes du 9^e Congrès de la Prévention Routière Internationale (IX PRI World Congress, Madrid, 26-28 February 2002)*.
- Berthelon, C., D. Mestre, and P. Peruch. Perception of a Moving Vehicle when Approaching an Intersection. *In Vision in Vehicles III*, Eds. A.G. Gale et al., Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 1991, pp. 127-133.
- Bowman, B.L. and R.L. Vecellio. Pedestrian Walking Speeds and Conflicts at Urban Median Locations. *Transportation Research Record 1438*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1994, pp. 67-73.
- Carsten, O. M. J., Sherborne, D. J., & Rothengatter, J. A. (1999). Intelligent traffic signals for pedestrians: evaluation of trials in three countries. *Transportation Research C*, 6, 213-229.
- Chadda, H.S., Schonfeld, P.M. (1985) Are Pedestrians Safe at Right-Turn-On-Red Intersections? *Journal of Transportation Engineering*. Vol. 111, No. 1, pp. 1-16.
- Datta, S., Datta, T.K., Scattler, K. (2000) Red Light Violations and Crashes at Urban Intersections. *Transportation Research Record 1734*. TRB, Washington, D.C., pp. 52-58.
- Davis, S. E., Robertson, H. S., King, L. E. (1988). Pedestrian/vehicle conflicts : An accidents prediction model. *Transportation Research Record*, 1210, 1-11.

- Dewar, R. Chapter 1: Driver and Pedestrian Characteristics. In *Traffic Engineering Handbook*, 4th Edition, Ed. J.L. Pline, Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C., 1992.
- Dickinson, L.V., and J.W. Hall. Factor Analysis of Pedestrian Accidents. In *Transportation Research Record 605*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1976, pp. 35-41.
- FHWA (2000a) Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways: Millennium Edition. U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.
- Garber, N.J. and R. Srinivasna. Characteristics of Accidents Involving Elderly Drivers at Intersections. In *Transportation Research Record 1325*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1991, pp. 8-16.
- Hancock, P.A., G. Wulf, D. Thom, et al. Driver Workload During Differing Driving Manoeuvres. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 22, No. 3, 1990, pp. 281-290.
- Howarth, C.I. Interactions Between Drivers and Pedestrians: Some New Approaches to Pedestrian Safety. In *Human Behaviour and Traffic Safety*, Eds. L. Evans and R.C. Schwing, Plenum Press, New York, United States, 1985, pp. 171-178.
- Hughes, R. G. (1997). Applying Intelligent Transportation Systems (ITS) Concepts to Pedestrian Requirements. *ITS Quarterly*, 5 (2), Summer 1997.
- Jennings, R.D., M.A. Burki, and B.W. Onstine. Behavioural Observations and the Pedestrian Accident. *Journal of Safety Research*, Vol. 9, No. 1, 1977, pp. 27-33.
- Jonah, B.A., and G.R. Engel. Measuring the Relative Risk of Pedestrian Accidents. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 15, No. 3, 1983, pp. 193-206.
- Jones, M.H. Measuring Pedestrian Behaviour. In *Transportation Research Record 743*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1980, pp. 78-87.
- Katz, A., D. Zaidel, and A. Elgrishi. An Experimental Study of Driver and Pedestrian Interaction During the Crossing Conflict. *Human Factors*, Vol. 17, No. 5, 1975, pp. 514-527.

- Knoblauch, R.L., H.N. Tobey, and E.M. Shuman. Pedestrian Characteristics and Exposure Measures. In *Transportation Research Record 959*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1984, pp. 35-41.
- Knoblauch, R.L., M.T. Pietrucha, and M. Nitzburg. Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up Time. In *Transportation Research Record 1538*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996, pp. 27-38.
- Lord, D. *Pedestrian Conflicts and Left-Turning Traffic at Signalized Intersections*. M.A.Sc. Thesis, Department of Civil Engineering, University of Toronto, Ont., Canada, 1994.
- Lord, D. (1995). L'utilisation des conflits routiers dans le cadre des analyses de sécurité piétonnière. 30^e Congrès annuel de l'A.Q.T.R., Avril 1995.
- Lord, D. Analysis of Pedestrian Conflicts with Left-Turning Traffic. In *Transportation Research Record 1538*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1996, pp. 61-67.
- Muhlrad, N. (1988). Technique des conflits de trafic. Arcueil (France): Institut National de recherche sur les Transports et leur Sécurité.
- Perkins, S.R., Harris, J.L. (1968). Traffic Conflict Characteristics-Accident Potential at Intersections, *Highway Research Record 225*, Transportation Research Board, Washington, D.C., 121-132.
- Porter, B.E., England, K.J. (2000) Predicting Red-Light Running Behaviour: A Traffic Safety Study in Three Urban Settings. *Journal of Safety Research*. Vol. 31, No. 1, pp. 1-8.
- Preusser, D.F., Leaf, W.A., DeBartolo, K.B., Blomberg, R.D., Levy, M.M. (1982) The Effect of Right-Turn-on-Red on Pedestrian and Bicyclist Accidents. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 13, No. 2, pp. 45-55.
- Preusser, D.F., and R.D. Blomberg. Development and Validation of a Road Safety Public Education Process. In *Road Users and Traffic Safety*, Eds. J.A. Rothengatter and R.A. de Bruin, Van Gorcum, The Netherlands, 1987, pp. 117-135.
- Retting, R.A., Williams, A.F., Preusser, D.F., Weinstein, H.B. (1995) Classifying Urban Crashes for Countermeasure Development. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 27, No. 3, pp. 283-294.

- Retting, R.A., R. Van Houtten, L. Malenfant, et al. Special Signs and Pavement Markings Improve Pedestrian Safety. *ITE Journal*, December, 1996, pp. 28-35.
- Retting, R.A., Williams, A.F. (1996) Characteristics of Red Light Violators: Results of a Field. *Journal of Safety Research*. Vol. 27, No. 1, pp. 9-15.
- Retting, R.A., Ulmer, R.G., Williams, A.F. (1999a) Prevalence and Characteristics of Red Light Running Crashes in the United States. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 31, pp. 687-694.
- Robertson, H.D., and Carter, E.C. The Safety, Operation, and Cost Impacts of Pedestrian Indications at Signalized Intersections, In *Transportation Research Record 959*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1984, pp. 1-7.
- Seneviratne, P. N., Shuster, E. M. (1988). Characteristics of pedestrian accidents in Montreal central business district. *Transportation Research Record*, 1210, 19-30.
- Shinar, D. *Psychology of the Road: The Human Factor in Traffic Safety*, John Wiley & Sons, New York, United States, 1978.
- Shinar, D. Actual Versus Estimated Night-Time Pedestrian Visibility. *Ergonomics*, Vol. 27, No. 8, 1984, pp. 863-871.
- Shinar, D. The Effect of Expectancy, Clothing Reflectance, and Detection Criterion on Nighttime Pedestrians Visibility. *Human Factors*, Vol. 27, No. 3, 1985, pp. 327-333.
- Stewart, D. Driver Perceptual Error and Child Pedestrian Accidents. In *Vision in Vehicles III*, Eds. A.G. Gale et al., Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., 1991, pp. 143-152.
- Summala, H., E. Pasanen, M. Räsänen, et al. Bicycle Accidents and Drivers' Visual Search at Left and Right Turns. *Accident Analysis & Prevention*, Vol. 28, No. 2, 1996, pp. 147-153.
- Thompson, S.J., E.J. Fraser, and C.J. Howarth. Driver Behaviour in the Presence of Child and Adult Pedestrians. *Ergonomics*, Vol. 28, No. 10, pp. 1469-1474.
- Thouez, J-P., Bourbeau, R. (2002). Analyse comparative des accidents de la route impliquant des piétons entre le Québec et l'Ontario selon le milieu géographique. Rapport de recherche, Université de Montréal.
- Thouez, J-P., Rannou, A., Bonneau, H., Bergeron, J., Bourbeau, R., Nadeau, J. (2002). Modeling fatal pedestrian accidents in Montreal's Metropolitan Area 1995-1997. *Urban Transport and Environment*, Seville (11-13 March, 2002)

- Van Houten, R., L. Malenfant, J. Van Houten. Auditory Pedestrian Signals Increase Pedestrian Behaviour and Reduce Conflicts at Signalized Intersections. Presented at *75th Annual Transportation Research Board Conference*, TRB, Washington, D.C, 1996.
- Van Houten, R., J. Van Houten, L. Malenfant, R.A. Retting. Use of Animation in LED Pedestrian Signals to Improve Pedestrian Safety. Presented at *77th Annual Transportation Research Board Conference*, TRB, Washington, D.C, 1998.
- Virkler, M.R., and D.L. Guell. Pedestrian Crossing-Time Requirements at Intersections. In *Transportation Research Record 959*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1984, pp. 47-51.
- Zador, P.L. (1984) Right Turn On Red Laws and Motor Vehicle Crashes: A Review of the Literature. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 16, No. 4, pp. 241-245.
- Zador, P.L., Moshman, J., Marcus, L. (1982) Adoption of Right Turn On Red : Effects on Crashes at Signalized Intersections. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 14, No. 3, pp. 219-234.
- Zaidel, D.M., and I. Hocherman. Safety of Pedestrian Crossings at Signalized Intersections. In *Transportation Research Record 1141*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1987, pp. 1-6.
- Zegeer, C.V., K.S. Opiela, and M.J. Cynecki. Effect of Pedestrian Signals and Signal Timing on Pedestrian Accidents. In *Transportation Research Record 847*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1982, pp. 62-72.
- Zegeer, C.V., M.J. Cynecki, and K.S. Opiela. Evaluation of Innovative Pedestrian Signalization Alternatives. In *Transportation Research Record 959*, TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1984, pp. 7-18.
- Zegeer, C.V., Tann, C. (1996). European Practices and Innovations for Pedestrian Crossings. *ITE Journal*, Institute of Transportation Engineers.



Association for Education and Rehabilitation of the Blind and Visually Impaired

WHEREAS in the 1970's, Right-Turn-on-Red laws (RTOR) were passed in all 50 states of the U .S., the District of Columbia, and Puerto Rico, and in all Canadian provinces except the province of Quebec; and

WHEREAS before RTOR, pedestrians with visual impairments could recognize that the vehicular signal on the street beside them had turned to green the instant they heard any car surging forward from that street, but with RTOR they must wait to verify that at least one vehicle is going straight or left before knowing that the vehicular signal is green; and

WHEREAS this delay in determining the status of the traffic signal prevents pedestrians with visual impairments from beginning their crossing promptly, so that they often must begin their crossing when there is not sufficient time to reach the other side and when the traffic on the parallel street has gained momentum and is moving quickly, making it difficult to avoid turning cars and gain clear access to the crosswalk; and

WHEREAS drivers who plan to turn right on red often position their cars in the crosswalk where they can see oncoming traffic, blocking the crosswalk and causing pedestrians to move around them, which can make it difficult for pedestrians with visual impairments to maintain their line of travel, increasing the likelihood that they will veer into the path of traffic in the intersection; and

WHEREAS according to a 1995 Report to the U.S. Congress by the U.S. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA), a number of pedestrians and bicyclists are injured each year by drivers while turning right on red; and

WHEREAS drivers who turn right on red are usually looking to their left for oncoming traffic while turning right, and thus may not see pedestrians and bicyclists crossing the lane from which they are turning, especially children and people in wheelchairs, and

WHEREAS pedestrians with visual impairments who are legally in crosswalks may be unable to detect vehicles approaching to make right turns on red, and may thus be unable to take avoidance action that drivers expect pedestrians to take; and

WHEREAS the Province of Quebec, the only remaining province within Canada which does not allow RTOR is considering initiating RTOR policy;

Therefore be it resolved that on this 21st day of July, 2002, in the city of Toronto, Ontario, that the Association for Education and Rehabilitation of the Blind and Visually Impaired (AER) urges the province of Quebec to reject right-turn-on-red policy for its drivers, thereby helping to ensure the safety and accessibility of its intersections for pedestrians with visual impairments.