



## La recherche en sécurité routière au Québec



## Table des matières

Mot de présentation

**La recherche en sécurité routière au Québec**

<b>L'excès de signalisation : un problème pour les automobilistes âgés.</b>	4
<b>Étude de l'impact de l'abaissement de la vitesse affichée sur le comportement du conducteur et la sécurité</b>	12
<b>Recherche visant l'amélioration de la visibilité pour les usagers de la route circulant sur une chaussée mouillée à proximité d'un véhicule lourd – <i>partie 1</i></b>	21
<b>Étude expérimentale sur l'efficacité de la crainte comme stratégie de communication en sécurité routière</b>	30

## Mot de présentation

L'Assemblée nationale a adopté le 13 décembre 2006 une motion faisant de 2007 l'**Année de la sécurité routière au Québec**.

Il s'agit d'un appel à la mobilisation et à la responsabilisation : « La sécurité routière, c'est l'affaire de tout le monde », a lancé le ministre des Transports et ministre responsable de la région de la Capitale-Nationale, M. Michel Després.

C'est donc une excellente occasion, en ce début d'année, pour le ministère des Transports et ses partenaires, soucieux de répondre à l'appel, d'emboîter le pas. Le bulletin *Innovation Transport* entend ainsi apporter sa collaboration et contribuer à relever ce défi en vous proposant ici un numéro entièrement consacré à la recherche en sécurité routière réalisée au Québec.

Plusieurs directions du ministère des Transports ont été associées à ce numéro; la Direction de la sécurité en transport, la Direction du transport routier des marchandises et la Direction de la recherche et de l'environnement. Le personnel de ces directions et de nombreux chercheurs universitaires ont joint leurs efforts pour faire état de recherches récemment menées dans leur domaine. Nous profitons de l'occasion pour les remercier de leur collaboration. Ils vous proposent des articles de fond présentant l'essentiel de quatre projets de recherche sur des thématiques actuelles : l'impact de la signalisation chez les automobilistes âgés, les effets de l'abaissement de la vitesse affichée sur le comportement des conducteurs et la sécurité, la conception et l'évaluation par essais routiers de prototypes de systèmes antiéclaboussures pour véhicules lourds et la problématique du choix des stratégies de persuasion en sécurité routière.

Bonne lecture.

**Christine Duby**

Directrice de la recherche et de l'environnement

**Claude Morin**

Directeur de la sécurité en transport

## L'excès de signalisation : un problème pour les automobilistes âgés

Thérèse Audet, Ph. D.<sup>1,2</sup>

Linda Bergeron, M.A.<sup>1</sup>

Monia D'Amours, M. Sc.<sup>1,2</sup>

Cette recherche a été rendue possible grâce à une subvention obtenue dans le cadre du programme Action concertée FQRNT-MTQ-SAAQ.

### Problématique

La signalisation routière constitue une composante de l'environnement routier de première importance pour une conduite sécuritaire, puisqu'elle vise à informer les automobilistes sur divers aspects dont, par exemple, les caractéristiques de la route à venir (pentes abruptes, courbes, etc.), les règles d'usage de la route (limites de vitesse, interdictions, etc.) et les lieux (villes et services). Pour qu'un panneau de signalisation soit efficace, il faut que l'automobiliste puisse en extraire correctement l'information. Or, la présence d'un trop grand nombre de panneaux de signalisation pourrait nuire au traitement de l'information qui s'y trouve en créant une surcharge visuelle. Celle-ci peut rendre la tâche particulièrement difficile aux automobilistes âgés, puisque le vieillissement est souvent caractérisé par un déclin des fonctions cognitives (vitesse de traitement, attention) et perceptuelles (problèmes de vision ou du champ visuel) (Owsley et autres, 1991; Brouwer et Ponds, 1994; Janke, 1994; Eby et autres 1998).

Dans les études réalisées jusqu'à présent, aucune ne porte directement sur l'impact de l'excès de signalisation. Toutefois, trois études ont documenté l'effet d'un environnement encombré visuellement sur la détection de panneaux de signalisation. Akagi, Takuya et Motoda (1996) étudient l'effet de l'encombrement visuel sur la détection d'une signalisation routière en utilisant une situation de conduite réelle sur deux circuits différents, l'un présentant un indice d'encombrement visuel élevé (présence de plusieurs édifices, panneaux d'affichage, etc.) et l'autre ayant un indice d'encombrement visuel faible (peu d'éléments présents dans l'environnement). Les participantes et les participants doivent repérer un panneau de signalisation sur lequel est indiqué un numéro de route. Les résultats révèlent que la distance de détection du panneau cible diminue avec l'augmentation de l'encombrement visuel. De plus, la distance de détection diminue plus rapidement chez les personnes âgées que chez les gens plus jeunes avec l'augmentation de l'encombrement visuel. Ces données indiquent donc une plus grande difficulté à traiter un panneau cible lorsqu'il y a encombrement visuel, et ce, de manière plus marquée chez les automobilistes âgés.

1. Université de Sherbrooke

2. Centre de recherche sur le vieillissement –

Centre de santé et de services sociaux/Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke

Dans une autre étude, Schieber et Goodspeed (1997) définissent l'encombrement visuel en fonction de la description de l'environnement routier : une route de campagne à deux voies (faible niveau), une rue commerciale traversant une petite ville (niveau moyen) et une rue dans un endroit urbain comprenant des établissements commerciaux et des enseignes lumineuses (niveau élevé). Les participantes et les participants voient les photos des différentes scènes projetées sur un écran pour une durée de 250 msec. La tâche à effectuer consiste à repérer une signalisation de limite de vitesse (écriture noire sur fond blanc), ou une signalisation de zone industrielle (écriture blanche sur fond vert). Les résultats indiquent un temps de réponse plus long et un plus grand nombre d'erreurs chez les personnes âgées que chez les plus jeunes avec l'augmentation de l'encombrement visuel. Cette étude vient donc elle aussi montrer une difficulté plus prononcée du traitement de la signalisation routière chez les personnes âgées lorsque l'encombrement visuel est élevé.

Dans l'étude réalisée par Ho et autres (2001), on a demandé à des personnes de dire si une signalisation est présente ou absente dans une scène encombrée ou non visuellement. Le niveau d'encombrement visuel avait été déterminé au préalable à partir de l'évaluation subjective que des gens ont faite de l'intensité (faible ou élevée) de l'encombrement visuel de certaines scènes. Les résultats révèlent que l'augmentation de l'encombrement visuel est associée à une hausse du nombre de réponses erronées, ainsi qu'à une augmentation du temps que les gens mettent à répondre. Les résultats montrent que les personnes âgées ont un temps de réponse plus long que les personnes plus jeunes pour déterminer l'absence de la cible dans la scène. Elles font aussi plus d'erreurs de détection. Cependant, même si les automobilistes âgés ont plus de difficultés que les plus jeunes, ils ne sont pas affectés plus négativement que ces derniers par l'augmentation de l'encombrement visuel.

Bien que ces trois études ne traitent pas spécifiquement de l'excès de signalisation routière, il est intéressant de remarquer qu'elles mettent généralement en évidence un déficit plus grand pour les personnes âgées en ce qui concerne la détection d'un panneau de signalisation, surtout lorsqu'il y a encombrement visuel. Cela laisse présager que la présence de plusieurs panneaux de signalisation au même endroit risque aussi de créer un effet d'encombrement. La présente étude vise à documenter plus spécifiquement l'impact de l'excès de signalisation routière sur le traitement d'un panneau. Plus spécifiquement, cette recherche veut connaître l'impact de l'âge sur la capacité à traiter un panneau de signalisation en fonction de la quantité de panneaux présents et en fonction du mode de présentation des scènes (film ou image fixe).

## Méthodologie

### Participantes et participants

Ce sont 80 personnes âgées de 65 ans et plus (groupe cible) et 80 personnes âgées de 30 à 45 ans (groupe de contrôle) qui se sont rendues au laboratoire de conduite automobile du Centre de recherche sur le vieillissement (Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke) pour participer à l'expérimentation. Ces personnes devaient avoir un permis de conduire valide depuis au moins 20 ans pour le premier groupe et depuis au moins 10 ans pour le second. Elles devaient aussi conduire au moins trois fois par semaine. Aucune de ces personnes ne devait présenter de problèmes visuels, ni de pathologie pouvant affecter le fonctionnement cognitif.

## Matériel

La tâche à effectuer est constituée de scènes routières, présentées soit de manière statique (photographie), soit de manière dynamique (film). Les participantes et les participants doivent répondre à une question relative à un panneau de signalisation. Les scènes ont été tournées un peu partout au Québec. Au total, 81 scènes ont été sélectionnées aux fins de l'expérimentation. Les panneaux cibles sur lesquels portent les questions sont de trois types : passages, interdictions et numéros de routes (direction et point cardinal). Par ailleurs, les scènes ont été choisies en fonction du nombre de panneaux de signalisation : 1 panneau (n = 27 scènes), 3 panneaux (n = 27 scènes) et 5 panneaux et plus (n = 27 scènes) (voir trois exemples de scènes à la figure 1).

Figure 1 : Exemples de scènes présentant différents nombres de panneaux de signalisation



## Déroulement

Les participantes et les participants étaient d'abord soumis à une étape de familiarisation avec le matériel, pendant laquelle leur étaient présentés sur écran tous les types de panneaux qu'ils étaient susceptibles d'avoir à traiter durant l'expérimentation. On leur montrait également les types de questions associées aux panneaux qui allaient faire l'objet de l'expérimentation (exemples : quel est le passage annoncé, quelle est l'interdiction, dans quelle direction est la route 134 ouest). Dans la deuxième étape, on insistait sur la familiarisation avec la tâche. On expliquait aux participantes et participants que la question s'afficherait à l'écran et que quand ils seraient prêts, ils devraient presser le bouton gauche de la souris et que la photo ou le film apparaîtrait, après un décompte de 3 secondes. Ils devraient alors donner leur réponse à voix haute. Quinze scènes étaient ensuite présentées pour donner le temps à la personne de se familiariser avec la tâche. La dernière étape était bien sûr l'exécution de la tâche, comportant 81 scènes. Au besoin, des pauses étaient proposées pendant l'expérimentation. La moitié des personnes a vu les scènes en mode statique (photographie), tandis que l'autre moitié a vu les scènes en mode dynamique (film). L'exactitude de la réponse était notée par l'expérimentateur.

## Résultats

### Description de l'échantillon

Les participantes et les participants du groupe cible sont âgés en moyenne de 74 ans (écart-type : 4,3) et ceux du groupe de contrôle de 37 ans (écart-type : 4,5). La présence d'hommes et de femmes est équivalente d'un groupe à l'autre. La majorité des répondants sont mariés (ou conjoints de fait), même si le veuvage est beaucoup plus important dans le groupe plus âgé. Par ailleurs, la majorité des jeunes ont une scolarité universitaire, tandis que les personnes âgées ont atteint un niveau de scolarité secondaire. Évidemment, la plupart des répondants du groupe de 30 à 45 ans sont encore sur le marché du travail, alors que la plupart des personnes du groupe de 65 ans et plus sont retraitées.

### Performance – bonnes réponses

Une analyse de variance à mesures répétées a été effectuée pour évaluer si le mode de présentation et le nombre de panneaux ont un impact significatif sur la performance. Le premier résultat révélé par cette analyse montre que le pourcentage de bonnes réponses données pour la détection d'un panneau de signalisation varie significativement en fonction de l'âge. Ainsi, les personnes âgées de 65 ans et plus ont un pourcentage moyen de bonnes réponses plus faible que celles de 30 à 45 ans. En outre, une interaction avec le mode de présentation des scènes est enregistrée. Le tableau 1 montre bien que le pourcentage de bonnes réponses est à son plus bas chez les personnes âgées lorsque les scènes sont présentées en mode dynamique. Un peu plus de 30 % des panneaux cibles ne sont pas identifiés correctement dans ce cas.

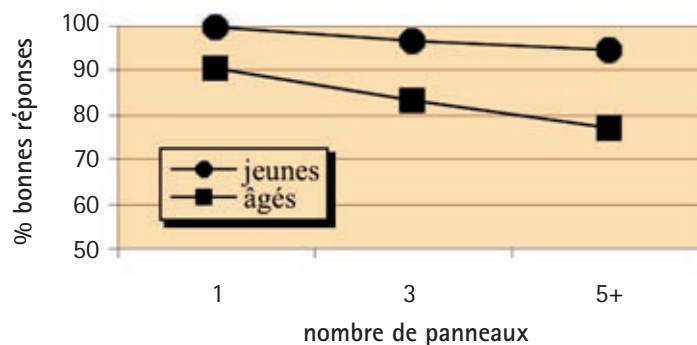
Par ailleurs, le nombre de panneaux a un effet significatif sur le pourcentage de bonnes réponses. Cet effet est toutefois modulé par l'âge et le mode de présentation. La figure 2 montre le pourcentage de bonnes réponses en fonction du nombre de panneaux et du groupe d'âge, en mode de présentation statique (photographie).

**Tableau 1**  
**Pourcentage de bonnes réponses en fonction du groupe d'âge et du mode de présentation**

Bonnes réponses	Mode de présentation	Groupe d'âge	
		30 à 45 ans n (écart-type)	65 ans et plus n (écart-type)
Pourcentage moyen de bonnes réponses	statique	96,7 (2,5)	83,4 (11,0)
	dynamique	94,5 (3,4)	69,5 (12,4)

Au moyen d'une analyse de contrastes, on met en lumière dans la condition statique une différence significative entre la condition à 1 panneau et celle à 3 panneaux, ainsi qu'entre la condition à 3 panneaux et celle à 5 panneaux et plus pour les personnes âgées, mais pas pour les plus jeunes. Ainsi, le nombre de panneaux, en mode de présentation statique, n'a pas de réel effet sur la quantité de bonnes réponses données par les automobilistes plus jeunes, mais le nombre de bonnes réponses diminue avec l'augmentation du nombre de panneaux dans le groupe des automobilistes âgés.

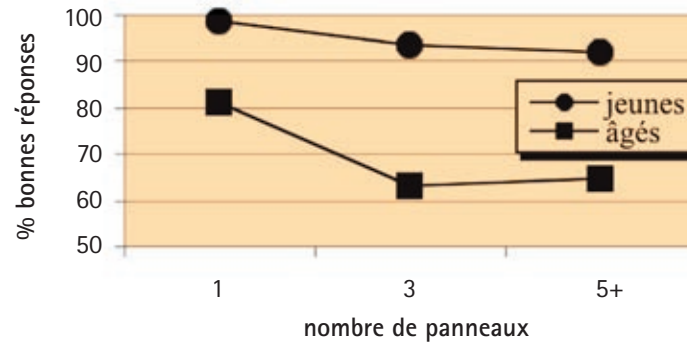
**Figure 2 : Pourcentage de bonnes réponses : interaction groupe d'âge et nombre de panneaux en mode de présentation statique (photographie)**



En ce qui a trait à la présentation sous forme dynamique (film), l'effet du nombre de panneaux chez les personnes âgées est plus prononcé encore que dans le mode de présentation statique. Dans ce cas-ci, par contre, la baisse du nombre de bonnes réponses est très marquée entre les scènes à 1 panneau et celles à 3 panneaux, mais elle se stabilise ensuite entre les scènes à 3 panneaux et celles à 5 panneaux et plus, comme le montre la figure 3.



**Figure 3 :**  
**Pourcentage de bonnes réponses : interaction groupe d'âge et nombre de panneaux en mode de présentation dynamique (film)**



## Discussion

Cette étude avait pour objectif de documenter l'impact de l'excès de signalisation routière sur le traitement d'un panneau en fonction de l'âge et en fonction du mode de présentation des scènes routières. Il s'agissait plus précisément d'évaluer la capacité des personnes âgées, en comparaison de celle de personnes plus jeunes, à traiter l'information d'un panneau cible en situation statique (photographie) ou dynamique (film) et en faisant varier la quantité de panneaux de signalisation dans la scène (1 panneau, 3 panneaux ou 5 panneaux et plus).

Les résultats ont montré un effet du nombre de panneaux de signalisation sur la performance : plus le nombre de panneaux est élevé, moins la performance est bonne. L'effet de l'âge se fait sentir, car il existe une interaction entre l'effet du nombre de panneaux et l'âge. Le pourcentage de bonnes réponses diminue de manière systématique avec l'augmentation du nombre de panneaux, et ce, de manière nettement plus marquée chez les automobilistes âgés. Même si cet effet est présent chez les automobilistes plus jeunes, surtout lorsque la présentation est faite sous forme dynamique, l'impact est très peu visible puisque la performance est au départ quasi parfaite. Pour les automobilistes âgés, en mode de présentation statique, l'effet négatif de la quantité de panneaux augmente systématiquement avec l'augmentation du nombre de panneaux. En mode de présentation dynamique, dès que la scène comporte 3 panneaux et plus, cela a un effet important sur le nombre de bonnes réponses et on tombe alors à un niveau de performance sous les 65 % de réussite.

Il est donc possible de conclure à un effet important du nombre de panneaux de signalisation sur le nombre de bonnes réponses données à une question spécifique portant sur un panneau, ce qui signifie que le traitement efficace des panneaux routiers est influencé par le nombre de panneaux chez les automobilistes âgés. En ce sens, on peut parler d'un effet négatif de l'excès de signalisation.

La performance des automobilistes âgés semble donc traduire un ralentissement du traitement de l'information, ce qui a un effet dommageable sur le traitement des panneaux routiers. Si l'on fait une analogie entre la présentation sous forme statique et le fait d'être en position d'arrêt à une intersection, on voit alors que même dans cette condition, les automobilistes âgés présentent des difficultés à traiter un panneau s'il est entouré de plusieurs autres panneaux. Si l'on associe par analogie la présentation dynamique au fait d'être en mouvement sur la route, c'est alors une baisse de performance importante qui caractérise les automobilistes âgés, et ce, dès qu'il y a 3 panneaux et plus.

Ces résultats ne peuvent faire autrement que de susciter un questionnement. Faut-il oui ou non adapter la signalisation à la population d'automobilistes âgés? En fait, le problème exposé par l'étude est sérieux, mais il reste encore beaucoup de questions sans réponse. Le traitement est-il affecté de la même manière pour tous les panneaux par l'excès de signalisation? Le nombre de messages contenus dans les panneaux a-t-il plus d'effets que le nombre de panneaux en soi? Par ailleurs, il faut aussi se demander quel aspect précis du traitement de l'information devient déficient avec l'âge, de manière à intervenir efficacement dans le réajustement de la signalisation. D'autres études sont donc nécessaires, mais il faut dès à présent prêter attention à cette problématique. Il faut commencer à réfléchir sur une manière d'éviter cet excès, d'une part, et, d'autre part, à tenter de sensibiliser les automobilistes âgés à ce phénomène afin qu'ils soient conscients de cette difficulté et qu'ils puissent adopter des stratégies pour y remédier.

## Références

- AKAGI, Y., S. TAKUYA et Y. MOTODA (1996). « Influence of visual environments on visibility of traffic signs », *Transportation Research Record*, n° 1553, p. 53-58.
- BROUWER, W.H. et W.H.M. PONDS (1994). « Driving competence in older persons », *Disability and rehabilitation*, 16, p. 149-161.
- EBY, D.W., et autres (1998). *The assessment of older drivers' capabilities : a review of the literature*. (Report no UMTRI-98-24), Ann Arbor, MI: The University of Michigan Transportation Research Institute.
- HO, G., et autres (2001). « Visual search for traffic signs : the effects of clutter, luminance, and aging », *Human Factors*, vol. 43, n° 2, p. 194-207.
- JANKE, M.K. (1994). *Age-related disabilities that may impair driving and their assessment. Literature review*. (Report no RSS-94-156). Sacramento, CA: California Department of Motor Vehicles, Division of Program and Policy Administration, Research and Development Section.
- OWSLEY, C., et autres (1991). « Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers », *Psychology and Aging*, vol. 6, n° 3, p. 403-415.
- SCHIEBER, F. et C.H. GOODSPEED (1997). « Nighttime conspicuity of highway signs as a function of sign brightness, background complexity and age of observer », *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 41<sup>st</sup> Annual Meeting*. Santa Monica, CA. Human Factors and Ergonomics Society, p. 1362-1366.

## Étude de l'impact de l'abaissement de la vitesse affichée sur le comportement du conducteur et la sécurité

Marc-André Taché et Lynda Bellalite  
Laboratoire d'application et de recherche en aménagement

### Problématique

Depuis quelques années, la limite de vitesse a été abaissée à plusieurs endroits sur le réseau routier québécois dans le but de rehausser la sécurité et de faciliter le partage de la route entre les usagers. En outre, l'abaissement de la vitesse affichée peut être justifié sur une section de route par une géométrie particulière ou des conditions routières difficiles. Toutefois, l'une des raisons qui motivent l'abaissement repose souvent sur la croyance selon laquelle la réduction des vitesses affichées entraîne une diminution des vitesses pratiquées ainsi que des accidents et sur le fait que les conducteurs circulent en moyenne de 10 à 15 km/h au-dessus de la limite permise. Il est certain que la vitesse a un impact sur la gravité des accidents en raison de l'énergie cinétique dégagée au moment de l'impact, mais les différences de vitesse entre les conducteurs ont plutôt tendance à accroître les risques d'accident, et c'est exactement ce que peut provoquer un abaissement indu de la limite de vitesse.

Certaines municipalités aux prises avec des plaintes venant de leurs citoyens ont décidé de modifier la limite sur leur réseau sans toutefois procéder au réaménagement de la route. Comme les caractéristiques de la chaussée et son usage ne justifiaient pas l'abaissement de la limite, la modification s'est avérée inefficace parce qu'elle paraissait peu crédible. Voilà ce qui ressort des travaux du Centre d'étude des transports urbains (CETUR, 1992). Même constat à la Ville de Montréal (Richard, 2001), à la suite de l'abaissement de la limite à 40 km/h dans les quartiers Côte-des-Neiges et Plateau Mont-Royal. Les vitesses pratiquées par les conducteurs à la suite de l'abaissement se sont relativement maintenues. Plus la limitation de vitesse semble incohérente, moins elle est respectée et plus les riverains se plaignent du non-respect des usagers. Si les résidents circulent à basse vitesse pour donner l'exemple et que les personnes qui ne font que passer roulent à haute vitesse, cela entraîne une forte disparité entre les vitesses pratiquées et peut engendrer des accidents ou des manœuvres dangereuses.

En général, les études étrangères s'entendent pour dire que l'abaissement de la limite de vitesse a été inefficace à réduire les vitesses pratiquées (Morand, 1995; Agent, Pigman et Weber, 1998; Parker, 1997). Par ailleurs, le changement de la vitesse moyenne correspond généralement à la moitié ou au quart du changement de la limite de vitesse (Wilmot et Khanal, 1999). À court terme, certaines études ont observé une diminution de la vitesse moyenne de 3 à 5 km/h à la suite d'un abaissement, mais cet effet a tendance à se résorber rapidement (Peltola, 2000). Dans la plupart des cas, le changement observé dans la vitesse du 85<sup>e</sup> centile est moindre que celui observé dans la vitesse moyenne. Par ailleurs, les écarts de vitesse entre les conducteurs varient peu. Étant donné que les automobilistes ont tendance à circuler sensiblement à la même vitesse après la diminution de la limite, il est normal d'observer une hausse du taux de contrevenants. Les recherches consultées n'ont pas permis de confirmer la croyance voulant que la réduction des limites de vitesse diminue le nombre d'accidents.

La plupart des études arrivent à la conclusion que la limite de vitesse n'aurait pas d'influence sur l'occurrence des accidents (McCarthy, 2001; Woolley et autres, 2002).

En somme, les recherches concernant l'abaissement des limites de vitesse ont démontré que l'utilisation d'une signalisation conventionnelle seule n'était pas suffisante afin de réduire les vitesses pratiquées et le nombre d'accidents. À la lumière de ces écrits, il nous est apparu opportun de vérifier si l'abaissement des limites de vitesse avait engendré un changement dans le comportement des conducteurs sur le réseau routier québécois.

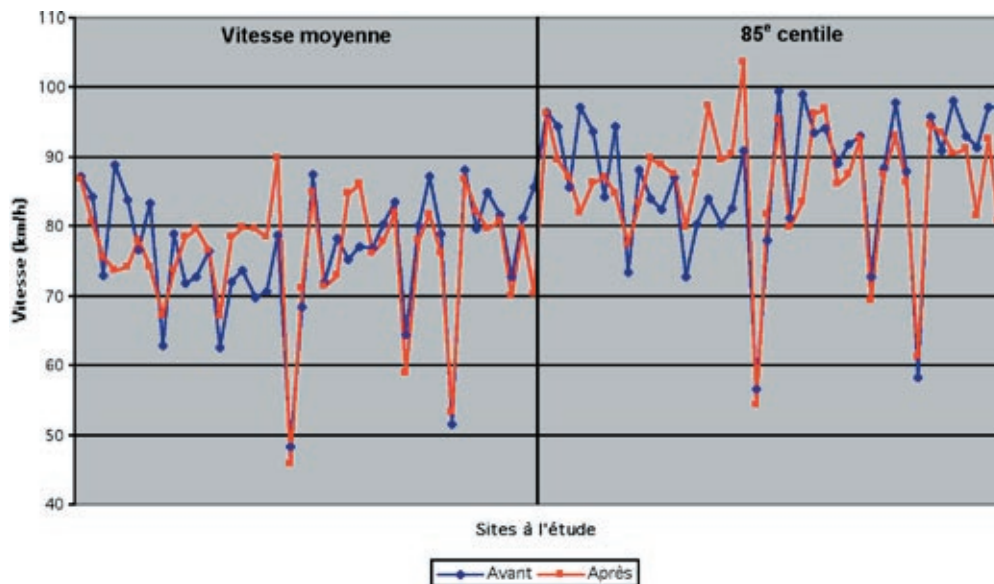
La démarche de recherche consiste à décrire et à comparer la situation avant et après l'abaissement de la vitesse affichée de manière à vérifier si l'intervention a eu des effets sur les comportements de vitesse et la sécurité. L'évolution des comportements de conduite a été mesurée au moyen des vitesses pratiquées alors que la sécurité a été évaluée à partir des accidents survenus avant et à la suite de l'abaissement de la limite de vitesse. Parallèlement, une démarche qualitative opérée au moyen d'un sondage a permis de recueillir la perception des résidents à l'égard de la situation de conduite avant et après la modification de la limite. Le questionnaire était adressé aux résidents qui demeurent directement aux abords des routes où la limite de vitesse a été abaissée. La combinaison des données quantitatives et qualitatives permet de corroborer les mesures et les observations factuelles par la perception des citoyens et vice-versa.

La collecte des données a été réalisée au cours du mois de mai 2004. Les sites à l'étude ont été fournis par le ministère des Transports du Québec (MTQ) et sélectionnés d'après l'examen des dossiers fournis pour chacune des localités. Une étude approfondie des dossiers a permis de sélectionner 40 sites d'étude répartis dans le sud de la province. Parmi ceux-ci, on dénombre 17 routes nationales, 15 routes régionales, 6 collectrices et 4 zones scolaires. Les sites sont majoritairement associés à un milieu de transition et plutôt urbain. Ils se caractérisent par un petit nombre de bâtiments généralement éloignés de la route. L'abaissement de la limite de vitesse le plus fréquent est de 20 km/h et correspond à une baisse de 90 à 70 km/h. En général, les sites ont une longueur de 0,5 à 2,5 kilomètres et comportent une route dont la surface de roulement est en bon état. Enfin, le débit journalier moyen annuel (DJMA) varie de 1400 à 5300 véhicules et la proportion des véhicules lourds avoisine les 14 % pour l'ensemble des zones à l'étude.

## Les comportements de vitesse

Les relevés de vitesse ont été effectués à l'aide d'un radar laser (Marksman LTI-2020) sur une période continue de trois heures ou jusqu'à l'obtention de 200 observations. Compte tenu du fait que les données de vitesse pour la période avant l'abaissement ont été colligées par le MTQ, il était nécessaire de standardiser les distributions de vitesse des deux périodes à l'étude. À cet effet, l'utilisation de méthodes de calcul distinctes aurait pu introduire un biais dans les résultats. Nos indicateurs de vitesse ont donc été calculés à l'aide de distributions par classes de vitesses. Comme il s'agit d'échantillons dépendants (les sites sont comparés à eux-mêmes) et que la nature des distributions n'est pas analogue à la loi normale, le test « Wilcoxon matched pairs » a été retenu afin de déterminer s'il existe des différences significatives entre les variables de la période avant et après le changement d'affichage. Ce test a l'avantage de reconnaître la direction ainsi que l'amplitude des changements observés. Il permettra notamment d'indiquer les écarts significatifs entre les périodes avant et après l'abaissement.

Les résultats révèlent que les trois indicateurs de vitesse n'ont pas changé de façon significative avant et à la suite de l'abaissement de la limite. En fait, la vitesse moyenne, le 85e centile et l'écart-type n'ont pas vraiment évolué au cours de la période à l'étude. Les changements les plus importants, aussi bien positifs que négatifs, sont de l'ordre de 10 à 15 km/h et de 13 à 16 km/h respectivement pour la vitesse moyenne et celle du 85e centile. En moyenne, les vitesses pratiquées ont évolué d'à peine 1 km/h pour l'ensemble des sites à l'étude. La figure 1 montre les résultats obtenus.

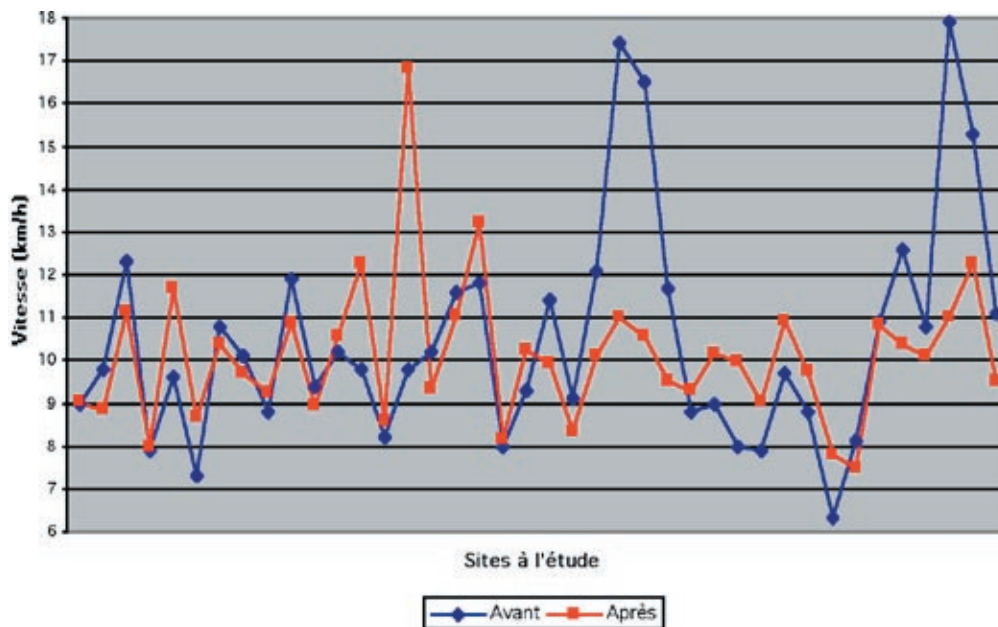


**Figure 1. Vitesse moyenne et vitesse du 85<sup>e</sup> centile selon les sites d'étude avant et après le changement d'affichage**

Les recherches qui ont porté sur l'étude de l'impact d'une diminution de la vitesse affichée arrivent essentiellement aux mêmes conclusions. L'étude de Morand (1995) a démontré que la situation n'avait pas évolué immédiatement après la réduction de la limite et que deux ans après, la vitesse moyenne avait même augmenté à certains endroits. Richard et Pellerin (2001) ont observé que pour un abaissement de 50 à 40 km/h, la vitesse moyenne a augmenté en moyenne de 3 km/h. Aux États-Unis, Agent, Pigman et Weber (1998) et Parker (1997) ont noté que globalement les vitesses pratiquées avaient très peu changé. En Finlande, les recherches de Peltola (2000) et de Pirkko (1999) ont montré des réductions notables des vitesses pratiquées. Par contre, ces résultats peuvent difficilement être comparés à ceux des études nord-américaines dans la mesure où les pays nordiques évoluent dans un tout autre contexte climatique, politique et social.

La dispersion des vitesses est évaluée à l'aide des écarts-types pour chacun des sites à l'étude. À cet effet, on observe que les vitesses pratiquées ont tendance à se rapprocher de la moyenne, d'où un resserrement des écarts-types. Ce phénomène se traduit sur la route par une réduction du différentiel de vitesse entre les usagers. Ainsi, les comportements de vitesse sont plus homogènes parmi les conducteurs. Plusieurs études nord-américaines ont d'ailleurs remarqué cette tendance.

La figure 2 montre l'évolution des écarts de vitesse entre les conducteurs au cours de la période à l'étude.



**Figure 2. Écarts-types de vitesse selon les sites d'étude avant et après l'abaissement de la limite de vitesse**

Sur le plan du respect des limites de vitesse, nous présumons que la situation s'est détériorée à la suite du changement d'affichage. En considérant le maintien des vitesses pratiquées et la baisse des limites de vitesse, il va sans dire que le pourcentage de contrevenants est devenu exorbitant. En moyenne, la proportion des conducteurs qui excèdent la limite de vitesse est de 76 % pour l'ensemble des sites à l'étude. Près de la moitié des localités présentent un taux de contrevenants supérieur à 80 %. Aux États-Unis, Parker (1997) a constaté que le pourcentage de contrevenants avait augmenté d'environ 60 % à la suite de l'abaissement des limites de vitesse. Morand (1995) a noté que le taux de contrevenants était passé de 47 % à 70 % après la réduction des vitesses affichées.

En somme, les vitesses pratiquées avant et après l'abaissement de la limite de vitesse ne sont pas sensiblement différentes. La vitesse moyenne, le 85e centile et l'écart-type de vitesse n'ont pas statistiquement évolué à la suite du changement d'affichage. Les résultats obtenus sont ainsi intimement liés à ceux des études étrangères sur le sujet. La seule modification majeure des comportements de conduite réside dans le resserrement des écarts-types. D'autre part, le pourcentage de contrevenants est excessivement élevé dans la majorité des sites.

## La sécurité

Dans le cadre de cette étude, la notion de sécurité est principalement évaluée au moyen des accidents de la route survenus à l'intérieur des zones soumises à l'examen. L'un des objectifs de l'étude est d'évaluer l'effet de l'abaissement de la limite de vitesse sur l'évolution des accidents routiers.

La démarche consiste à comparer les accidents survenus avant et à la suite de la modification de la limite afin de constater tout changement distinctif. La période à l'étude couvre idéalement un intervalle de cinq ans avant et cinq ans après l'abaissement de la limite. Par contre, l'étendue de la période envisagée a été en grande partie déterminée par la date à laquelle le changement d'affichage est survenu. En fait, la majorité des sites ont subi une baisse de la limite au cours de l'année 2000. Globalement, la période couverte s'étend de 1995 à 2003 selon la disponibilité des données.

De nouveau, le test « Wilcoxon matched pairs » a été retenu pour la confrontation des données avant et après le changement d'affichage. Au cours de l'analyse des données d'accidents, certaines directions territoriales n'avaient pas localisé l'ensemble des collisions survenues sur leur réseau. Ainsi, nous avons considéré seulement les statistiques d'accidents pour lesquels le taux de localisation par la direction territoriale était supérieur à 75 %. Les données d'accidents ont donc été comparées pour 31 des 40 sites à l'étude.

La comparaison des accidents survenus avant et après l'abaissement de la limite de vitesse révèle une différence significative entre les deux périodes. En fait, le nombre d'accidents moyen annuel est passé de 3,3 avant l'abaissement à 2,8 après celui-ci. Bien que plutôt faible, la relation s'avère significative au seuil de 5 %. Cependant, ce résultat va à l'encontre de ceux obtenus par les comportements de vitesse. Alors que les vitesses pratiquées sont demeurées inchangées, il est paradoxal d'observer une réduction des accidents au cours de la même période. Nous avons donc entrepris une série de tests dans le but de resserrer les critères d'acceptabilité des données. Ainsi, le taux de localisation des accidents a été rehaussé à 85 %, à 95 % et même à 100 % tout en conservant une période minimale de deux ans après l'abaissement. Pourtant, dans tous les cas, la différence significative s'est maintenue et pratiquement dans les mêmes proportions (- 0,4 accident/an).

Malgré l'amélioration du bilan accidentologique constaté dans la plupart des localités à l'étude, la baisse significative des accidents observée sur nos sites d'étude nous a paru surprenante et nous avons décidé de confronter nos résultats à ceux de routes comparables mais qui n'ont subi aucune modification en ce qui concerne la limite de vitesse.

Un échantillon de 188 sites de comparaison n'ayant subi aucun changement d'affichage nous a été fourni par le MTQ. Ces sites devaient présenter une configuration comparable (routes à deux voies contiguës) et avoir une longueur comprise entre 1500 et 3000 mètres, ce qui correspond à la moyenne de nos sites d'étude. De plus, les sites de comparaison et les sites d'étude devaient être répartis dans les mêmes régions de façon à respecter le caractère régional du bilan accidentologique. Les sites de comparaison ont été traités exactement comme les sites d'étude. Nous avons conservé l'année 2000 comme période charnière et utilisé le test « Wilcoxon matched pairs » afin de confronter les données avant et après le changement d'affichage.

Les résultats révèlent que le nombre d'accidents moyen annuel a varié de façon significative entre les deux périodes étudiées. Ainsi, sur les 188 sites de comparaison, le nombre d'accidents par année est passé de 12,9 à 7,6 avant et après l'année 2000. En d'autres termes, la réduction des accidents remarquée sur nos sites d'étude a également été observée sur les sites de comparaison. Ainsi, la baisse significative du nombre d'accidents moyen annuel constatée dans les zones à l'étude serait plutôt attribuable à un phénomène généralisé. Dans ce contexte, la diminution du nombre d'accidents sur les sites d'étude ne peut être attribuée à l'abaissement de la limite de vitesse.



En somme, une mince réduction des accidents de la route a été constatée après la baisse de la vitesse affichée sur les sites à l'étude. Cependant, cette réduction a également été remarquée sur 188 sites de comparaison durant la même période. Ainsi, la réduction des accidents peut difficilement être liée à la modification de l'affichage. Ce constat abonde dans le sens des études menées à l'étranger. Les données de Agent, Pigman et Weber (1998) n'ont pas permis de confirmer la croyance voulant que la réduction des limites de vitesse entraînerait une diminution du nombre d'accidents. Parker (1997) a noté une hausse d'environ 5 % des collisions après l'abaissement des vitesses affichées. En Finlande, Peltola (2000) a observé une réduction de la gravité des accidents au moment de la réduction de la vitesse permise au cours de la saison hivernale. L'abaissement de la limite de vitesse n'aurait donc pas d'impact sur l'occurrence des accidents, mais agirait plutôt sur la sévérité de ceux-ci.

## Le sondage d'opinion

Les citoyens demeurant aux abords des zones à l'étude ont été appelés à se prononcer sur les comportements de vitesse et la sécurité dans leur localité depuis l'abaissement de la limite de vitesse. Les questions visaient à vérifier si la situation s'était améliorée ou détériorée à la suite du changement d'affichage. Les citoyens devaient également nous fournir un portrait de leur profil socioéconomique. Les questionnaires d'enquête ont été distribués auprès de 680 ménages au cours de la campagne de relevés sur le terrain. Le taux de réponse est de 20,3 %.

La première section du questionnaire contient 15 scénarios illustrant des situations potentiellement dangereuses susceptibles de se produire sur le réseau routier. C'est le cas des dépassements illégaux, des virages en épingle, du non-respect des créneaux de sécurité, des arrêts brusques, des entrées et sorties brusques aux accès riverains et aux intersections, des virages en U et du non-respect des arrêts.

À l'examen des résultats, nous sommes à même de constater que pour les trois quarts des scénarios élaborés, les répondants n'ont pas observé de modification des comportements décrits à la suite de l'abaissement de la vitesse affichée. Par contre, deux comportements à risque ont été observés plus fréquemment par les résidents riverains. Il s'agit de situations concernant le non-respect des distances de sécurité entre les véhicules et les dépassements illégaux. Ces comportements peuvent difficilement être associés à l'abaissement de la limite de vitesse dans la mesure où ils ont été formellement reconnus depuis quelques années dans la littérature scientifique.

La deuxième section du questionnaire traite des vitesses pratiquées selon le type de véhicule (véhicule léger, poids lourd) et selon la période de la journée (jour, soir, nuit). D'après les observations des répondants, l'abaissement de la limite de vitesse aurait eu très peu d'effets sur les vitesses pratiquées. La majorité des répondants affirment que la situation n'a pas changé depuis l'abaissement de la limite quels que soient le type de véhicule et la période de la journée.

La troisième section du questionnaire porte sur les accidents de la route. Les répondants sont amenés à se prononcer sur l'évolution du nombre et de la gravité des accidents à la suite de l'abaissement de la limite de vitesse. À ce chapitre, plus de 56 % des répondants affirment que la situation n'a pas changé quant au nombre d'accidents et environ 46 % prétendent que la gravité des collisions est demeurée la même depuis la modification de la limite. Malgré cela, un peu plus de 20 % des répondants affirment que les accidents sont moins fréquents et plus légers.

La quatrième section du questionnaire cherche à connaître l'appréciation des résidents à l'égard de la baisse de la limite de vitesse. À partir de trois énoncés, les répondants sont appelés à s'exprimer sur les vitesses pratiquées, sur la nécessité ou non de maintenir l'abaissement et sur son efficacité en ce qui a trait à la sécurité des lieux. Les énoncés comportent également une section permettant aux répondants de laisser leurs commentaires en quelques lignes.

Le premier énoncé vise à évaluer l'efficacité de la baisse de la limite sur la réduction de la vitesse des conducteurs. Près de deux répondants sur trois estiment que le changement d'affichage n'a pas permis de réduire les vitesses pratiquées. L'examen des commentaires exprimés par les résidents nous a permis de constater que l'efficacité de l'abaissement était variable dans le temps et en fonction du type de conducteur, mais surtout qu'elle était souvent conditionnelle à la surveillance policière.

Le deuxième énoncé cherche à savoir si les riverains jugent qu'il est nécessaire de maintenir l'abaissement de la vitesse affichée. À cet effet, près de 9 répondants sur 10 désirent maintenir la limite abaissée même si celle-ci est très peu respectée. La très grande majorité des commentaires révèlent que les riverains désirent que la nouvelle limitation soit maintenue par souci de sécurité. Plusieurs répondants font référence à la présence d'usagers vulnérables (enfants, cyclistes, piétons, etc.) ainsi qu'à la nature des activités riveraines (établissement scolaire, secteur résidentiel, présence de commerces) à l'intérieur de leur localité. Ces résultats se situent d'ailleurs dans le prolongement de l'étude de Richard (2001) menée à Montréal. Bien que les résidents soient conscients de l'inefficacité de cette mesure, ils ont l'impression que les conducteurs finiront par respecter les limites surtout si la mesure est appuyée par la surveillance policière.

Le troisième énoncé vise à connaître la portée de l'abaissement de la limite de vitesse sur la sécurité des lieux. Les résultats obtenus sont plutôt mitigés à cet égard. Une faible majorité de répondants estiment que la baisse de la limite n'a pas permis d'accroître la sécurité des lieux. Alors que seulement un quart de l'échantillon avait observé une baisse du nombre et de la gravité des accidents à la section précédente, les résidents sont maintenant plus nombreux à affirmer que la sécurité des lieux s'est améliorée. Ainsi, la proportion des répondants ayant observé une amélioration de la sécurité est passée de près de 25 % à environ 44 %.

À première vue, les répondants semblent avoir une appréciation différente de la notion de sécurité, mais leurs commentaires permettent d'expliquer en partie ce résultat. La majorité des personnes ayant observé des gains au chapitre de la sécurité précisent qu'il s'agit de gains minimes, souvent imputables à certains types d'usagers et conditionnels à la présence des forces de l'ordre. Les répondants qui estiment que l'abaissement n'a pas amélioré la sécurité des lieux sont un peu plus nombreux et constituent environ 53 % de l'échantillon. Une part importante de ceux-ci affirme n'avoir observé aucun changement en matière de sécurité à la suite de la modification de l'affichage et certains l'attribuent au manque de surveillance policière.

Enfin, la dernière section du questionnaire d'enquête vise à obtenir le profil socio-économique des répondants. L'échantillon se compose relativement en parts égales d'hommes et de femmes. Une part importante (96 %) des individus est âgée de plus de 30 ans et près de deux répondants sur cinq sont âgés de 50 à 64 ans. La très grande majorité de l'échantillon se compose de couples sans enfants (47 %) et de familles avec enfants à la maison (42 %). En ce qui concerne l'éducation, 53 % des personnes ont terminé leurs études secondaires et 37 % ont fait des études collégiales ou

universitaires. En matière d'emploi, aucun secteur ne semble se démarquer des autres. Le secteur du commerce et des services regroupe environ 16 % de l'échantillon. Le secteur de la médecine, santé et services sociaux de même que le secteur des établissements d'enseignement regroupent respectivement 10 % et 9 % des répondants. Enfin, les personnes à la retraite représentent un cinquième de l'échantillon.

## Conclusion

En somme, cette étude a révélé que le simple fait d'abaisser la limite de vitesse était inefficace à réduire les vitesses pratiquées et les accidents de la route pour 40 sites d'étude répartis sur le réseau routier québécois. Au cours de la période à l'étude, le seul changement notable se rapporte aux écarts-types de vitesse. Le resserrement de la distribution des écarts de vitesse entre les conducteurs peut être perçu comme un élément positif sur la sécurité dans la mesure où les écarts à la moyenne augmentent le risque d'accident. Par contre, selon le CETUR (1992), la réduction des écarts-types doit être considérée comme une amélioration de la sécurité si une baisse générale du niveau des vitesses est observée simultanément. Dans le cas de la présente étude, le niveau général des vitesses s'est maintenu avec une réduction négligeable de la vitesse moyenne et du 85e centile à la suite de l'abaissement.

La confrontation des résultats du sondage d'opinion avec ceux des vitesses pratiquées et des accidents a révélé que les résidents riverains possèdent une connaissance très fine des comportements de vitesse et de la sécurité dans leur secteur. Les répondants ont affirmé que la situation à l'égard des vitesses pratiquées n'avait pas changé à la suite de l'abaissement de la limite. Ainsi, la perception des citoyens en ce qui a trait aux comportements de conduite est venue confirmer les données contenues dans les relevés de vitesses. En ce qui concerne la sécurité, la majorité des répondants affirment que l'abaissement de la limite n'a pas permis d'accroître la sécurité des lieux. À cet effet, ils estiment que le nombre et la gravité des accidents n'ont pas changé à la suite de l'abaissement. Aussi, l'analyse des données d'accidents sur nos sites d'étude arrive aux mêmes conclusions. La sécurité des lieux ne s'est pas accrue au cours de la période à l'étude dans la mesure où la légère baisse du nombre d'accidents est attribuable à un phénomène généralisé. Conséquemment, il appert que la diminution de la vitesse affichée ne peut à elle seule assurer un accroissement de la sécurité des lieux.

## Références

- AGENT, K.R., J.G. PIGMAN et J.M. WEBER (1998). « Evaluation of Speed Limit in Kentucky », *Transportation Research Record*, n° 1640, p. 57-64.
- CETUR [CENTRE D'ÉTUDES DES TRANSPORTS URBAINS] (1992). *Guide de modération de la vitesse en agglomération : recommandations techniques sur la limitation de vitesse généralisée à 50 km/h*. Bagneux, Direction de la sécurité et de la circulation routière, 141p.
- MCCARTHY, P. (2001). « Effect of Speed Limits on Speed Distributions and Highway Safety : A Survey of Recent Literature », *Transport Reviews – Transnational Transdisciplinary Journal*, vol. 21, n° 1, p. 31-50.
- MORAND, J.D. (1995). *Étude d'impact de la limitation de vitesse à 50 km/h à Paris : incidence sur l'évolution de la vitesse immédiatement après (1991) et deux ans après (1993)*. Ville de Paris. Direction de la voirie, Observatoire des déplacements à Paris, 109 p.
- PARKER, M.R., Jr. (1997), *Effects of Raising and Lowering Speed Limits*. U.S.A., Virginia. Final Report no FHWA-RD-92-084, October, Research, Development and Technology, U.S. Department of Transportation.
- PELTOLA, H. (2000). « Seasonally Changing Speed limits. Effects on speed and Accidents », *Transportation Research Record*, n° 1734, p. 46-51.
- PIRKKO, R. (1999). « Effects of Weather-Controlled Variable Speed Limits and Warning Signs on Driver Behavior », *Transportation Research Record*, n° 1689, p. 53-59.
- RICHARD, C. (2001). « Limites de vitesse : projet pilote 40 km/h à Montréal », dans *Actes de la Conférence nord-américaine sur la vitesse : implications en matière de politiques publiques*, p. 28-30.
- RICHARD, C., et G. PELLERIN (2001). *Résultat de l'évaluation du projet pilote sur l'affichage de la limite de vitesse à 40km/h dans les rues résidentielles locales des quartiers Plateau Mont-Royal et Côte-des-Neiges*, Ville de Montréal, Service des travaux publics et de l'environnement, division de la voirie, 11 p.
- WILMOT, C.G. et M. KHANAL (1999). « Effects of Speed Limits on Speed and Safety : A Review », *Transport Reviews*, vol. 19, n° 4, p. 315-329.
- WOOLLEY J.E., et autres (2002). « Impacts of Lower Speed Limits in South Australia », *Speed Regulation*, vol. 26, n° 2, p. 6-17.

## Recherche visant l'amélioration de la visibilité pour les usagers de la route circulant sur une chaussée mouillée à proximité d'un véhicule lourd – *partie 1*

Jean Lemay, ing., Ph. D., Université Laval

Guy Dumas, ing., Ph. D., Université Laval

Mario Bussières, agent de recherche, ministère des Transports

### 1 Introduction

La circulation des véhicules lourds sur une chaussée humide peut engendrer une diminution de la visibilité pour les autres usagers de la route. Cette problématique est très présente au Québec d'autant plus que le nombre de véhicules lourds et de trains routiers ne cesse d'augmenter. La Direction du transport routier des marchandises (DTRM) est responsable du Règlement sur les normes de charges et de dimensions applicables aux véhicules routiers et aux ensembles de véhicules routiers. Dans un souci d'amélioration constante de la sécurité des usagers de la route, la DTRM a entrepris, en 1996, une démarche visant à mieux connaître la problématique liée à la création d'éclaboussures et de brouillard par les véhicules lourds et à diminuer leur production.

Une recherche bibliographique [1] effectuée par l'Université Laval en 1997 décrit bien la distinction physique entre l'éclaboussure (splash) (voir la figure 1) et le brouillard (spray) (voir la figure 2). L'éclaboussure provient directement de l'impact du pneu sur une flaque d'eau, forçant ainsi l'eau à l'extérieur de la trajectoire du pneu. Habituellement, l'éclaboussure est constituée de particules d'eau de plus de 1 mm de diamètre qui sont alors projetées à une faible hauteur et suivant une trajectoire parabolique. Le brouillard est plutôt caus e par la suspension de fines gouttelettes d'eau dans le sillage du camion. Habituellement, le diamètre de ces gouttelettes est inférieur à 0,5 mm. Pour demeurer en suspension, une gouttelette doit être entraînée dans un courant d'air suffisamment intense pour générer une traînée sur la gouttelette qui contrebalance son poids. Le brouillard est l'élément qui occasionne la perte d'acuité visuelle qui, dans le contexte routier, peut conduire à une mauvaise perception des dangers et des autres véhicules. Plus un camion roule vite, plus l'écoulement turbulent qu'il génère est intense.

Selon Weir [2], il est possible de regrouper les différents facteurs qui sont susceptibles d'influencer la sévérité du brouillard et de l'éclaboussure de la façon suivante :

1. l'écoulement autour du camion et plus particulièrement autour des roues.  
Celui-ci est principalement affect e par :
  - i la vitesse du véhicule,
  - ii sa géométrie;
2. le type de pneus et leur usure;
3. l'état de porosité de la chaussée;
4. la quantité et la répartition de l'eau sur la chaussée.



Figure 1 : Génération d'éclaboussures.



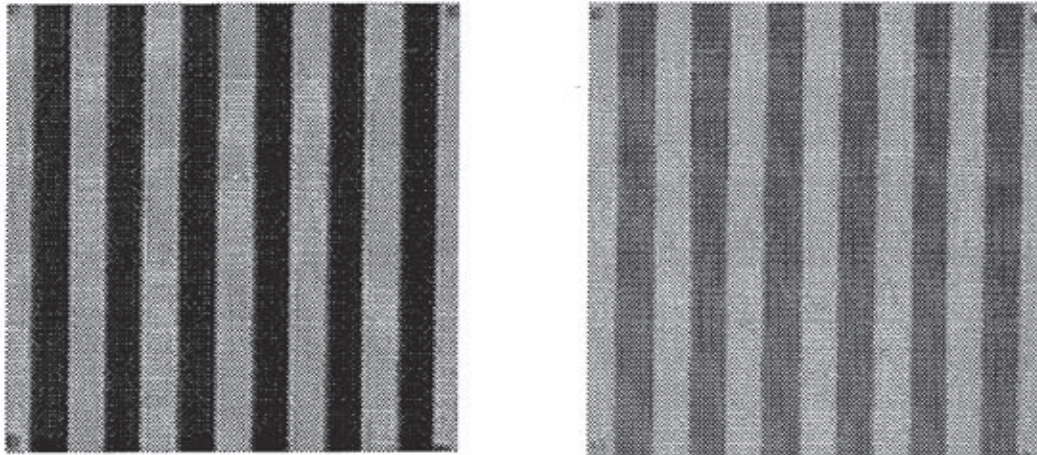
Figure 2 : Entraînement du nuage de brouillard.

## 2 Les méthodes proposées

Inspirée des travaux antérieurs, principalement ceux de Weir [2], la Society of Automotive Engineers (SAE) [3] a proposé deux types d'essais routiers permettant de mesurer le degré d'opacité d'un nuage de brouillard généré par le passage d'un véhicule lourd sur un film d'eau. Il s'agit de la méthode par traitement d'images (MTI) et de la méthode par photomètre laser (MPL).

### 2.1 La méthode par traitement d'images (MTI) :

Cette méthode consiste à saisir des images (vidéo ou photographiques) d'un panneau comportant soit des bandes blanches et noires (figure 3), soit des carrés blancs et noirs disposés en motif de damier. Il s'agit d'une mesure directe de la perte de contraste. Les images du panneau sont prises à travers le brouillard généré par le passage du véhicule sur une chaussée mouillée. On peut observer à la figure 3 que l'image de gauche est prise sans nuage d'eau et montre un bon contraste entre les bandes blanches et noires. L'image de droite montre une diminution du contraste due à la présence du nuage de brouillard généré par le passage du véhicule. À l'aide de logiciels appropriés, il est possible de traiter l'image numérisée et de déterminer le niveau d'altération de la visibilité au moment du passage du véhicule.



**Figure 3 : Variation du contraste occasionnée par le brouillard.**

Cette technique a l'avantage de donner une information spatiale complète à un instant donné. Si on cherche à obtenir une information de nature statistique, le phénomène physique étant fortement instationnaire, il faut analyser de nombreuses images de façon à faire converger le résultat vers une valeur moyenne stable. Les désavantages de la MTI sont les suivants :

1. méthode non interactive puisque l'analyse des données ne se fait pas en temps réel;
2. méthode très sensible aux conditions de la luminosité ambiante (variation de l'ensoleillement durant la journée);
3. nécessité d'une très grande quantité d'informations pour obtenir une bonne convergence statistique, ce qui implique une lourdeur au chapitre du traitement des données.

## **2.2 La méthode par photomètre laser (MPL) :**

La méthode par photomètre laser (MPL) est basée sur la perte d'intensité lumineuse d'un faisceau laser traversant le nuage d'éclaboussures (brouillard). L'avantage de cette méthode est qu'elle fournit une information relativement facile à analyser; il s'agit de la diminution du voltage lu aux bornes du circuit des photodiodes, sachant que cette baisse de tension traduit la perte d'intensité du faisceau laser traversant le nuage. Ce signal étant continu, il est possible d'obtenir un résultat montrant une bonne convergence statistique. Ce système est également interactif puisque les données brutes sont faciles à analyser. Les désavantages de la MPL sont les suivants :

1. nécessité d'utiliser des appareils et montages électroniques sur le site d'essais (circuits des photodiodes, systèmes d'acquisition de données, etc.);
2. mesure ponctuelle concentrée sur la photodiode (par opposition à une mesure sur un plan obtenue avec la MTI).

## 2.3 Montages expérimentaux

Les montages expérimentaux associés à chacune des deux méthodologies (MTI et MPL) sont schématisés sur les figures 4 et 5. De manière générale, on y trouve :

- un circuit routier;
- une section de préarrosage avec un premier œil électronique permettant de prendre une image de référence (MTI);
- une section d'essai avec les caméras ou les lasers, et un anémomètre pour mesurer la vitesse du vent. Un œil électronique permet de déclencher la prise d'images (MTI). Le laser (MPL) prend quant à lui les mesures en continu. Cette section se termine par un pavé noir optionnel (qui empêche les reflets du soleil pour la méthode MTI), et les « cibles », c'est-à-dire les photos diodes ou les panneaux quadrillés selon le cas.

Ces types de montages sont très sensibles aux conditions atmosphériques et routières, le vent et l'épaisseur du film d'eau sur la chaussée sont des facteurs difficilement contrôlables. Certains expérimentateurs ont plus ou moins réussi à les contrôler en réalisant les essais en plaine désertique (les vents étant alors beaucoup plus faibles et constants qu'en milieu plus accidenté [2]).

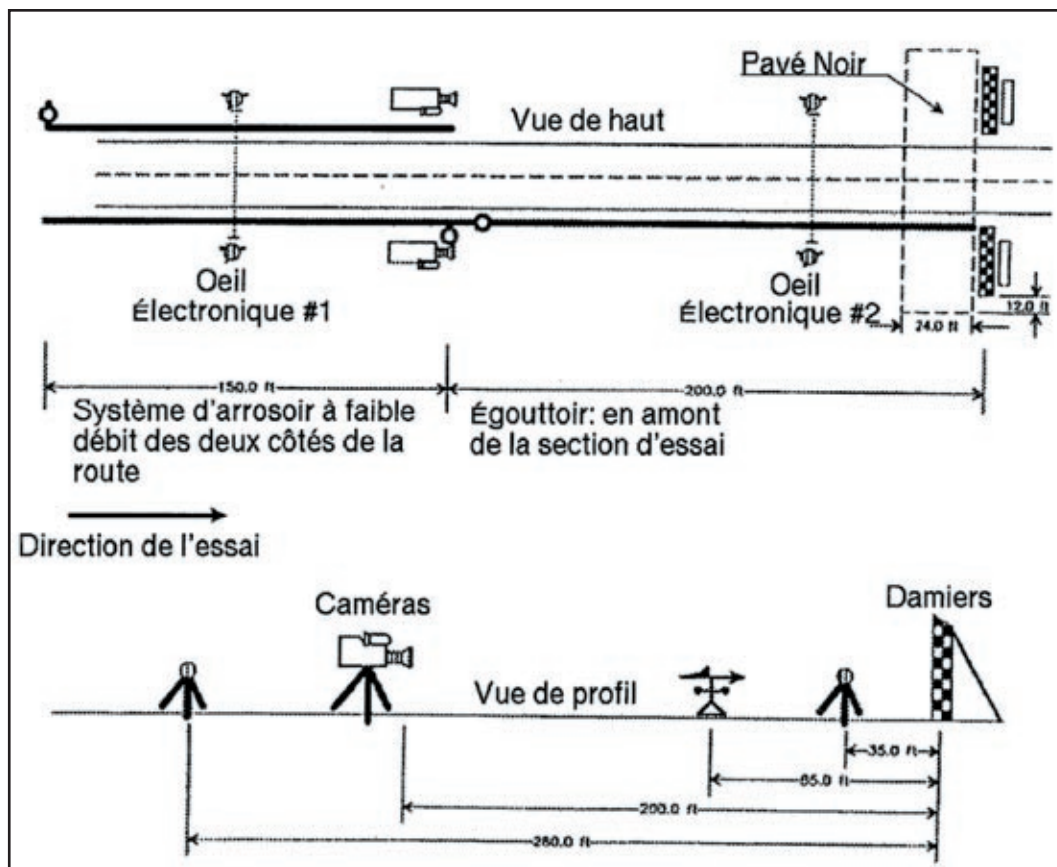


Figure 4 : Vue du montage expérimental de la méthode MTI.



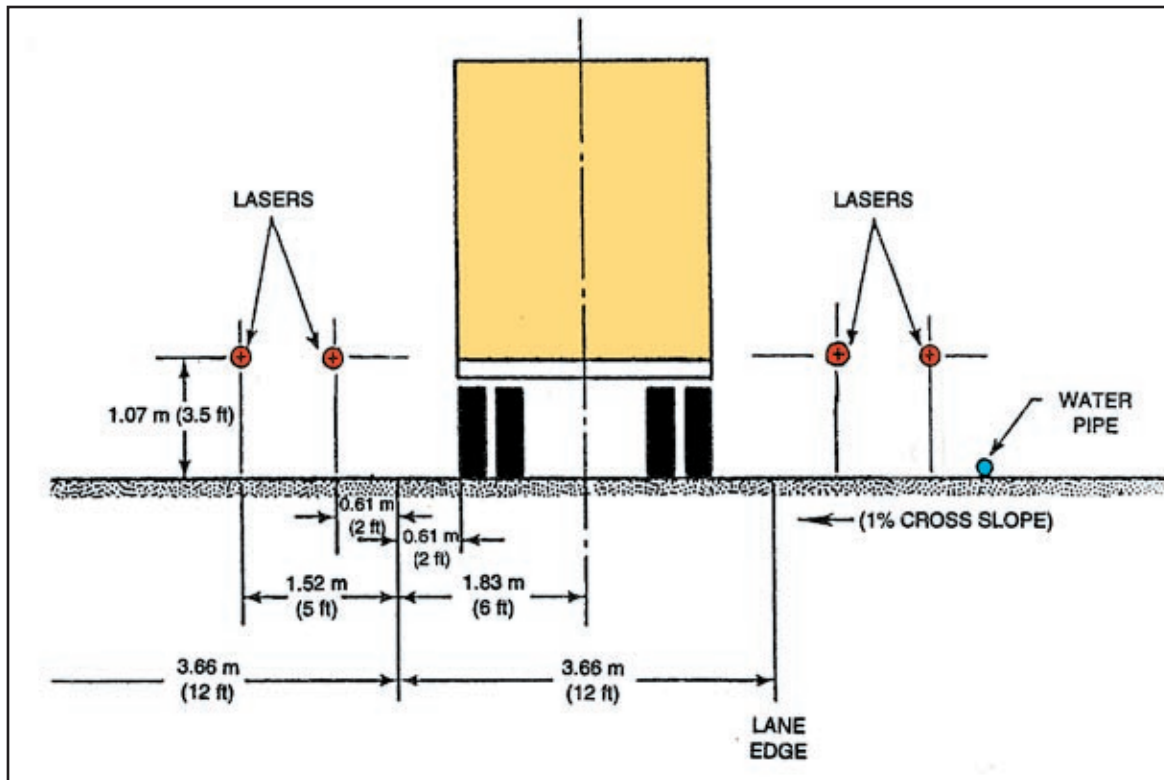


Figure 5 : Vue du montage expérimental de la méthode MPL.

### 3 Travaux de recherche portant sur la mesure de l'éclaboussure réalisés par le ministère des Transports et l'Université Laval

#### 3.1 Travaux de recherche 1996

Les premiers travaux de recherche réalisés au Québec et portant sur la mesure de l'éclaboussure et du brouillard ont été effectués en 1996 par le ministère des Transports et l'Université Laval [4]. La méthode, utilisée par ceux-ci, s'inspirait de la méthode par traitement d'images (MTI) proposée par la SAE. Les objectifs de cette étude portaient sur l'utilisation de la méthode (MTI) pour déterminer le niveau de performance d'un certain nombre de systèmes antiéclaboussures (figure 6). Une première étape consistait à s'assurer de la fiabilité des données recueillies au cours des essais sur piste. Cette étape était cruciale à la fiabilité des résultats de l'évaluation des différents systèmes antiéclaboussures.



a) Système Air Fender.



b) Système Reddeway.

Figure 6 : Systèmes antiéclaboussures.

Il a été mentionné dans la conclusion de cette étude que « La dispersion de la vapeur d'eau créée par un camion circulant à grande vitesse est un phénomène très complexe et difficilement prévisible. L'évolution résulte de l'intégration de multiples facteurs et agents. Il s'agit essentiellement d'un phénomène de turbulence, c'est-à-dire, un phénomène très dynamique où des forces faibles peuvent avoir un effet important sur son développement et sa progression. Il est très difficile de dire si différents systèmes anti-éclaboussures peuvent être discernés par la forme du nuage produit. » Compte tenu du constat fait par l'équipe de recherche il a été décidé de poursuivre l'évaluation de la performance des différents systèmes antiéclaboussures avec la méthode photomètre laser (MPL).

### 3.2 Travaux de recherche 1997

Une deuxième étude a été entreprise par le MTQ et l'Université Laval en 1997. Les travaux ont été réalisés sur la piste d'essais routiers de la compagnie PMG Technologies de Blainville. Cette étude avait deux objectifs principaux : i) mettre au point une méthode simple et fiable qui permette de quantifier l'efficacité relative de différents systèmes antiéclaboussures et ii) utiliser cette méthode pour comparer quelques dispositifs antiéclaboussures au cours d'essais routiers.

L'équipe de recherche a proposé une version améliorée de la méthode (MPL) recommandée par la SAE. La méthode de « mesure du brouillard » suggérée est montrée à la figure 7. Elle consiste en la mesure de l'opacité intégrale (dans la direction longitudinale) du nuage par la perte de luminosité d'un rayon laser qui traverse tout le nuage (de l'arrière à l'avant) le long du camion.

Un aspect novateur de la méthode consiste à effectuer la mesure d'opacité de façon quasi simultanée en une série de points (rampe de 15 photodiodes, figure 8a) distribués le long d'une ligne horizontale (à 3,75 pieds du sol, ou 1,14 mètre, dans le cas montré à la figure 7) partant très près du camion et s'éloignant jusqu'à l'extérieur du nuage. En effet, dans la méthode proposée par la SAE les faisceaux laser sont fixes alors que dans la méthode proposée par l'équipe de recherche, le faisceau laser est balayé à l'aide du dispositif présenté à la figure 9. Ce dispositif permet, grâce aux 15 photomètres, d'obtenir la distribution d'opacité à travers toute la largeur du nuage (à une hauteur donnée) plutôt qu'en un seul point comme suggéré par la SAE. La distance entre le laser et les photomètres (zone

d'essai) est augmentée de 50 pieds (15 mètres) à 200 pieds (61 mètres), ce qui permet l'établissement d'un nuage de brouillard statistiquement stationnaire et exempt des « effets de bouts » dus aux perturbations causées par les équipements sur la chaussée. La figure 8b présente le site des essais.

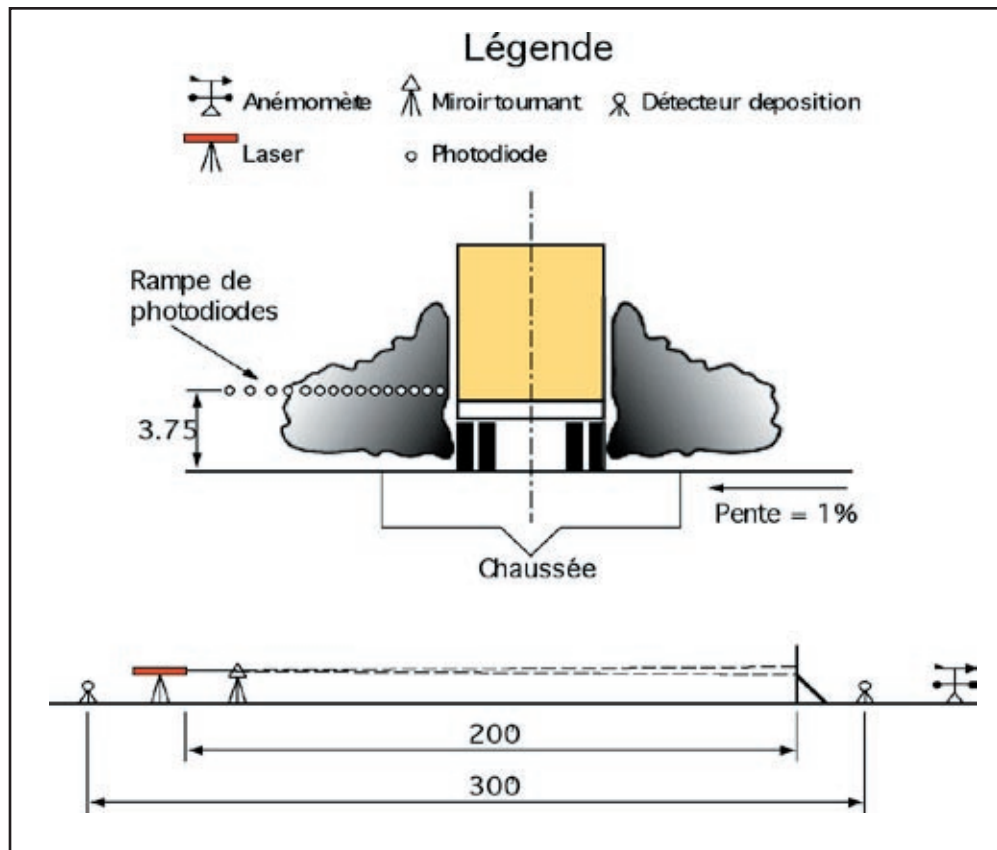


Figure 7 : Vue transversale (en haut) et vue latérale (en bas) d'une installation possible de la méthode (MPL) proposée par l'équipe de recherche.



(a)



(b)

Figure 8 : (a) Rampe de photomètres vue de l'intérieur de l'abri. (b) Site des essais avec vue des abris de la rampe de photodiodes (arrière-plan) et du laser (avant-plan) lors de la campagne de Blainville à l'automne 1997.

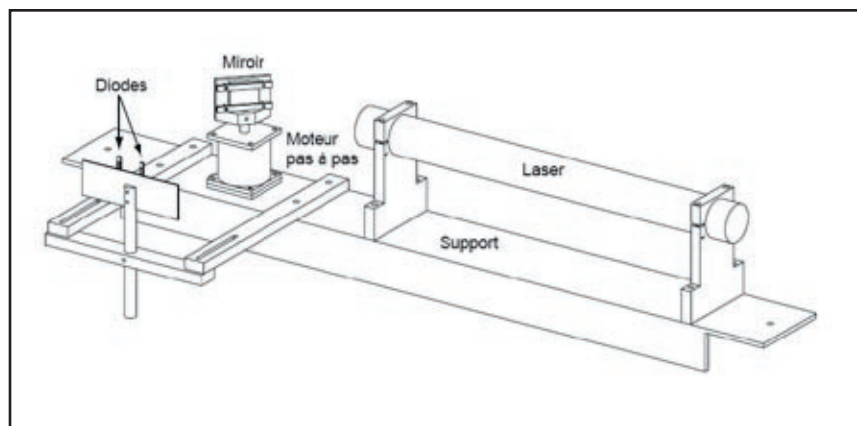


Figure 9 : Schéma du support du laser et du dispositif de balayage du rayon.

Cette étude a permis de développer une expertise humaine et technique destinée à la mesure expérimentale et à l'étude du phénomène d'éclaboussure. Il a été démontré que certains types de systèmes antiéclaboussures permettaient de diminuer la création de brouillard. La méthode « par balayage » utilisée dans cette étude n'a cependant pas permis de respecter toutes les exigences permettant de bien caractériser le brouillard. C'est pourquoi dans la troisième étude l'équipe de recherche a proposé l'utilisation de six ensembles de photomètre laser (trois de chaque côté du véhicule).

Les travaux de recherche se sont poursuivis jusqu'en 2006; ils seront présentés dans le prochain numéro d'Innovation Transport, avec les conclusions générales du projet.

## Références

- [1] BIBEAU, L.-P. et autres (1997). *Recherche bibliographique sur les phénomènes de brouillard et d'éclaboussure générés par les véhicules lourds*. Rapport de contrat MTQ, Laboratoire de mécanique des fluides, Université Laval, Québec, Canada.
- [2] WEIR, D.H., J.F. STRANGE et R.K. HEFFLEY (1978). *Reduction of adverse aerodynamic effects of large trucks*, Report No. FHWA-RD-79-84.
- [3] JOHNSON, W.A. et D.H. WEIR (1994). *Recommended practice for splash and spray evaluation*, SAE J2245.
- [4] BEAULIEU, J.-M. et autres (1997). *Évaluation des systèmes anti-éclaboussures pour véhicules lourds*, Rapport de contrat MTQ, Département d'informatique et Département de génie mécanique, Université Laval, Québec, Canada.
- [5] DUMAS, G. et autres (1998). *Évaluation comparative des systèmes anti-éclaboussure pour véhicules lourds*. Rapport de contrat MTQ 1220-97-RG01, Avril 1998. Laboratoire de mécanique des fluides, Université Laval, Québec, Canada.
- [6] DUMAS, G. et J. LEMAY (2000). *Étude de la réduction de l'éclaboussure des véhicules lourds par contrôle aérodynamique, Volet 1 essais routiers*. Rapport technique MTQ 1220-98-RG02, Mars 2000. Laboratoire de mécanique des fluides, Université Laval, Québec, Canada.
- [7] DUMAS, G. et J. LEMAY (2002). *Étude de la réduction de l'éclaboussure des véhicules lourds par contrôle aérodynamique, Volet 2 essais en soufflerie*. Rapport technique MTQ 1220-98-RG02, Janvier 2000. Laboratoire de mécanique des fluides, Université Laval, Québec, Canada.
- [8] LEMAY, J. et autres (2005). *Conception et évaluation par essais routiers de prototypes de systèmes anti-éclaboussures pour véhicules lourds*. Rapport final, Programme universitaire en sécurité routière, Novembre 2005. Laboratoire de mécanique des fluides, Université Laval, Québec, Canada.
- [9] LEMAY, J. (2006). *Évaluation de différents équipements sur des tracteurs semi-remorques dans le but d'évaluer la création d'éclaboussures*. Rapport de contrat no 4502-06-RG02, Décembre 2006. Département de génie mécanique, Université Laval, Québec, Canada.

## Étude expérimentale sur l'efficacité de la crainte comme stratégie de communication en sécurité routière

Guy Paquette et Pénélope Daignault<sup>1</sup>

### 1. Introduction

Au cours des dernières années, de nombreuses interventions et campagnes de sécurité routière se sont succédé en proposant des comportements plus socialement acceptables. Malgré toutes ces tentatives de prévention, une forte proportion de conducteurs ont encore une conduite préjudiciable, tant à leur sécurité qu'à celle d'autrui. Les campagnes de promotion constituent des interventions relativement peu coûteuses en regard d'autres mesures pouvant être mises en place pour améliorer la sécurité routière. Elles ne sont pas forcément efficaces, mais celles qui le sont procurent un excellent retour sur l'investissement (Carlsson, 1997).

L'efficacité d'une campagne publicitaire dépend sans contredit de la stratégie de persuasion utilisée. D'ailleurs, le choix de stratégies appropriées constitue le principal problème en marketing social puisqu'il s'agit le plus souvent de décourager des comportements jugés préjudiciables. Eu égard à la sécurité routière, diverses études ont conclu à la pertinence de l'argument de crainte (Bagozzy et Moore, 1994; Baron et autres 1994; Gallopel et Petr., 2000; Witte et Allen, 2000; Lavoisier-Mérieux, 2002; Girandola et Atkinson, 2003; Cho et Witte, 2003). L'utilisation de la peur – qui vise souvent à augmenter le niveau de risque perçu de certains comportements – est cependant délicate puisqu'un niveau d'anxiété trop élevé peut déclencher divers mécanismes de défense, tels le décrochage, l'évitement ou la contre-argumentation, en s'attaquant à la crédibilité du message. Il s'agit donc de trouver les conditions qui favorisent l'efficacité de la crainte comme stratégie persuasive.

Par exemple, l'étude menée par Harrison et Senserrick (2000) des réponses émotionnelles et cognitives à 30 messages publicitaires<sup>2</sup> de sécurité routière a démontré l'efficacité des messages employant la peur. Ces messages, qui sont perçus comme peu plaisants, sont néanmoins approuvés parce qu'ils sont considérés comme plus « sérieux », parce qu'ils sortent de l'ordinaire, qu'ils sont dénués d'artifices, et parce que le caractère irresponsable du comportement en cause s'avère crédible. Le concept d'implication est d'ailleurs un élément central dans plusieurs théories sur la persuasion, dont le modèle de la probabilité d'élaboration de Petty et Cacioppo (1981), et il est considéré comme une condition essentielle aux changements d'attitudes et de comportements. Une majorité de chercheurs adhèrent au postulat selon lequel l'efficacité potentielle d'une campagne publicitaire est fonction du degré d'implication des récepteurs envers le message proposé.

1. Département d'information et de communication, Université Laval, Québec.

2. Messages publicitaires (TV) de la Transport Accident Commission (TAC) de l'État de Victoria en Australie, l'équivalent de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ).

Il est à noter que la méthodologie et les résultats mentionnés dans le présent article s'inscrivent dans une étude<sup>3</sup> plus large dont l'objectif principal – outre la vérification de l'efficacité des stratégies de persuasion en sécurité routière axées sur la crainte – consiste à étudier les facteurs susceptibles d'accroître l'implication des récepteurs. Nous nous limitons ici à examiner la pertinence – en fonction de la réception des messages de sécurité routière – des stratégies basées sur l'usage de la peur. Ces stratégies peuvent différer quant à leur niveau de crainte, ou de ce que nous avons choisi d'appeler le « niveau de réalisme ». En effet, dans le contexte des messages de sécurité employant la peur à titre de motivation principale, le réalisme peut être réduit à son minimum afin de ne pas choquer l'auditoire tout comme il peut s'avérer extrême lorsqu'on présente un message s'apparentant à un documentaire-choc. Les scénarios peuvent être construits sur une trame plausible, mais se contenter d'évoquer les conséquences du comportement sans en faire l'illustration (approche symbolique); ils peuvent également être basés sur des situations concrètes (accidents) de nature documentaire (hyperréalisme). Afin de vérifier si les publicités de sécurité routière réalistes et à caractère dramatique s'avèrent plus efficaces que les messages symboliques, nous avons conçu un plan expérimental permettant de comparer trois types de traitement (symbolique/réaliste/hyperréaliste) et d'en mesurer l'efficacité – en ce qui a trait à l'augmentation du niveau d'implication – à l'aide de trois techniques évaluatives<sup>4</sup>.

## 2. Méthode

### 2.1 Participants

Les critères suivants ont été utilisés pour le recrutement des sujets :

- titulaires de permis<sup>5</sup> de plus de trois ans d'expérience et âgés d'au plus 60 ans;
- conducteurs avec et sans points d'inaptitude inscrits au dossier;
- échantillon aléatoire à répartition proportionnelle par sexe réparti en quatre groupes d'âge;
- 210 conducteurs échantillonnés dans chacune des villes de Québec, La Malbaie, Saint-Georges de Beauce et Roberval.

Un questionnaire postal a été acheminé à ces 840 personnes (210 X 4 régions). Nous avons retenu 240 répondants, soit 60 par région, selon deux critères de sélection : le kilométrage annuel parcouru (au moins 1000 km) et l'écoute de la télévision (au moins cinq heures par semaine). Les personnes ont été jointes par téléphone pour participer à l'une ou l'autre des quatre collectes de données menées dans leur région. Notre échantillon final se compose de 233 sujets presque également répartis selon le sexe et la ville. Par ailleurs, près de la moitié de nos sujets ont entre 25 et 44 ans, les 18-24 ans constituant 18 % de notre échantillon.

### 2.2 Matériel

Après avoir analysé plus de 250 messages produits principalement en France, en Grande-Bretagne et en Australie, nous avons retenu 14 publicités télévisuelles ayant pour thèmes le port de la ceinture

3. Menée par le Groupe de recherche en sécurité routière du Département d'information et de communication de l'Université Laval.

4. À ces techniques s'ajoutent des questionnaires d'attitudes avant-après auxquels sont joints des indicateurs sur les comportements de conduite.

5. Classe 5 ou supérieure.

de sécurité, la vitesse, l'alcool au volant et la fatigue. Bien que l'on puisse retracer une variété de messages suffisante dans les campagnes québécoises passées, nous avons privilégié de recourir, dans le cas des messages télévisuels, à des publicités qui ont été produites ailleurs dans le monde afin de neutraliser les effets d'une exposition antérieure. Ces messages ont été ajustés afin de les rendre plus crédibles en contexte québécois. Les textes ont été traduits en français, les images inversées afin de les rendre compatibles avec la conduite « à droite », et les signatures des messages ont été changées pour des commanditaires du Québec (SAAQ). Nous avons également eu recours à cinq messages radiophoniques, dont quatre portent sur la conduite hivernale et un sur la vitesse inadaptée. La plupart d'entre eux ont été produits par Transports Québec.

## **2.3 Instruments de mesure**

Afin de mesurer différentes dimensions du degré d'implication des sujets à l'égard des 19 messages de sécurité routière axés sur la crainte, nous avons utilisé trois méthodes d'évaluation différentes : la réponse électrodermale de conduction, la technique de l'évaluation continue et les réponses cognitives spontanées.

### ***2.3.1 Réponse électrodermale de conduction***

La réponse électrodermale de conduction est une mesure physiologique qui permet de détecter les fluctuations dans le niveau de conduction cutanée d'un individu et, de surcroît, de mesurer le degré d'implication physiologique des sujets à l'égard des publicités retenues pour l'étude. Elle est d'ailleurs le meilleur indicateur du niveau d'activation général d'une personne et celui qui a été le plus fréquemment utilisé pour évaluer les réactions émotionnelles subconscientes, de même que l'attention portée à un message.

### ***2.3.2 Évaluation continue***

L'évaluation continue est une technique appréciative permettant d'évaluer la réponse affective simultanée des récepteurs au moment de l'exposition au message. Cette réponse est mesurée grâce à un appareil sans fil muni d'un bouton rotatif et d'un cadran lumineux indiquant la valeur sélectionnée (p. ex. : de 0 à 100). Pour les besoins de notre étude, nous nous y référons comme étant une mesure de la dimension émotionnelle de l'implication des sujets envers les publicités. Les systèmes d'évaluation continue sont particulièrement appropriés à l'analyse de la réception et du traitement de messages dynamiques tels les films ou les émissions de télévision.

### ***2.3.3 Réponses cognitives spontanées***

Les réponses cognitives spontanées constituent la méthode la plus fréquemment employée pour évaluer l'implication cognitive des sujets. Cette méthode exige du récepteur qu'il fasse la liste des pensées provoquées par un message durant la phase d'exposition. L'analyse de contenu des réponses cognitives spontanées effectuée dans le cadre de cette étude consistait à segmenter les propos énoncés, puis à les classer selon diverses catégories. Cette classification s'étend d'un simple rappel à la manifestation d'une intention claire de changer de comportement, en passant par des jugements positifs ou négatifs, recherchés ou indésirables (à l'encontre de l'objectif de la publicité), des corroborations, des contre-arguments, des connexions et des projections. La nature de ces pensées fournit des indices à propos de la façon dont une variable influence le niveau d'élaboration cognitive d'un individu et, par conséquent, son degré d'implication. Afin de pouvoir calculer un score d'implication cognitive pour chacun des sujets par publicité, nous avons attribué un poids à chaque type d'énoncé,



en fonction de l'effort cognitif fourni. Ainsi, ce score correspond à la somme des cotes attribuées à chacun des énoncés.

## 2.4 Protocole expérimental

Les expérimentations se sont déroulées dans des hôtels de chacune des villes et avaient une durée approximative de deux heures et demie. Les messages testés ont été présentés sur grand écran et le déroulement a été automatisé pour maintenir des conditions constantes. Chaque série de messages était présentée à trois reprises où l'on mesurait successivement : les réponses électrodermales de conduction, les réponses continues, les réponses cognitives spontanées; une courte discussion de groupe concluait chacune des expérimentations. L'ordre de présentation des messages a fait l'objet d'une rotation afin d'éviter les biais de position sérielle.

## 3. Résultats

Le corpus de messages testés se compose de 19 messages publicitaires, dont 5 radiophoniques (26,3 %) et 14 télévisuels (73,7 %). De ce nombre, 6 sont de nature symbolique, 7 de nature réaliste et 6 publicités sont qualifiées d'hyperréalistes.

Les résultats suivants sont issus des données obtenues par l'utilisation des trois méthodes d'évaluation principales. Nous nous limitons ici à la présentation des différences de moyennes relevées quant au niveau de réalisme, de façon à vérifier l'hypothèse selon laquelle les publicités réalistes et hyperréalistes sont plus efficaces que leur pendant symbolique, en ce qui a trait à l'augmentation du niveau d'implication.

### 3.1 Niveau de réalisme et implication

Au cours des dernières années au Québec, la stratégie dite « choc » ou hyperréaliste – selon nos termes – a été délaissée au profit d'une approche beaucoup plus symbolique, sous prétexte qu'elle était trop choquante pour la société québécoise. Était-ce un bon choix eu égard aux répercussions sur le changement d'attitudes et de comportements? Afin de pouvoir comparer l'efficacité des 19 publicités ayant eu recours à trois types de stratégies axées sur la crainte (symbolique/réaliste/hyperréaliste), nous avons procédé à des analyses de variance (ANOVA) afin de corroborer ou d'infirmier les conclusions de nombreuses études ayant conclu à la supériorité.

#### 3.1.1 Niveau de réalisme et implication physiologique

Ayant comme unité de mesure le microsiemens ( $\mu\text{s}$ ), la méthode de la réponse électrodermale de conduction a généré une moyenne de 0,41  $\mu\text{s}$  pour l'ensemble des publicités. Tel que cela est exposé dans le tableau 1, la seule différence statistiquement significative trouvée entre les moyennes des trois niveaux de réalisme se situe entre les publicités réalistes (0,39) et hyperréalistes (0,42). Le niveau d'activation physiologique des sujets était plus élevé durant l'exposition aux publicités hyperréalistes, sans toutefois qu'il y ait de différence avec les messages de nature symbolique, infirmant par conséquent une partie de notre hypothèse.

Tableau 1 : Moyennes des réponses électrodermales selon les trois niveaux de réalisme

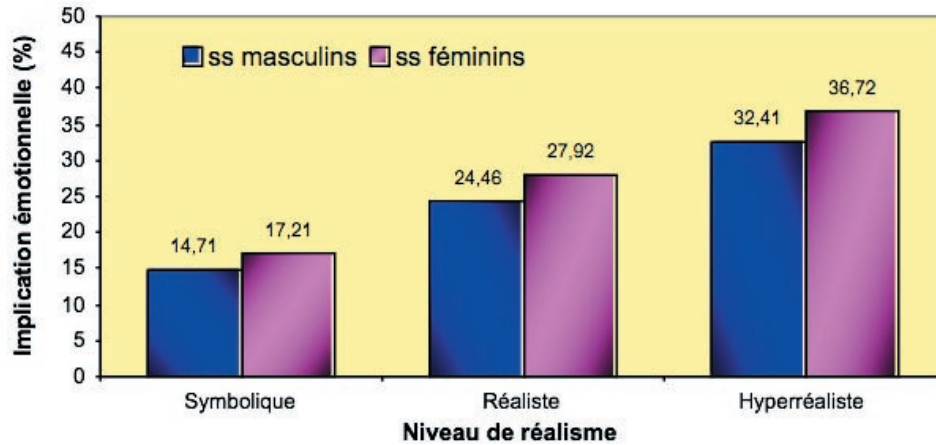
Niveau de réalisme	Moyenne	Différence de moyennes		<i>p</i>
Symbolique	0,41	réaliste	0,02	0,129
		hyperréaliste	-0,01	0,396
Réaliste	0,39	symbolique	-0,02	0,129
		hyperréaliste	-0,04	0,018*
Hyperréaliste	0,42	symbolique	0,01	0,396
		réaliste	0,04	0,018*

\* Indique une différence statistiquement significative (< ,05)

### 3.1.2 Niveau de réalisme et implication émotionnelle

Le niveau de réalisme présente des différences de moyennes significatives eu égard aux réponses appréciatives émanant de l'évaluation continue ( $F = 81,53/p < 0,05$ ), sans toutefois que l'implication émotionnelle se distingue en regard des sexes (figure 1). Nous constatons que les trois niveaux de réalisme se distinguent clairement les uns des autres – les publicités hyperréalistes ayant suscité la plus grande réactivité émotionnelle (34,56), comparativement aux publicités réalistes (26,19) et symboliques (15,96). Ce résultat corrobore tout un pan de recherche en sécurité routière démontrant l'efficacité d'un fort argument de crainte comparativement à un argument plus faible (Whitehill King et Reid, 1990; Harrison et Senserrick, 2000; Rodriguez et Andersen-Wilk, 2002; Lavoisier-Mérieux, 2002). Dans un cadre plus large de marketing social, certains chercheurs (Gallopel et Petr, 2000) ont également démontré que les publicités basées sur une information réaliste et choquante avaient un impact important sur la mémorisation et sur l'implication individuelle du récepteur. Le degré d'implication d'un récepteur envers un message publicitaire dépend donc en grande partie du potentiel d'identification qu'il suscite. Cette identification est notamment optimisée lorsque l'individu peut s'associer au scénario proposé, ou lorsqu'il peut percevoir certaines similarités avec sa propre vie.

Figure 1 : Moyennes émotionnelles observées selon le niveau de réalisme et le sexe



### 3.1.3 Niveau de réalisme et implication cognitive

On constate les différences marquées entre les moyennes des scores d'implication cognitive des sujets pour les publicités symboliques (0,54) et celles des publicités réalistes (1,52) et hyper-réalistes (1,44). Elles sont toutes statistiquement significatives. Nous pouvons clairement conclure ( $F = 81,46/p < 0,05$ ) que plus les messages sont empreints de réalisme, plus ils suscitent une implication cognitive importante chez les sujets. Le traitement des informations est plus élaboré et on peut faire l'hypothèse que la rétention à long terme des messages s'en trouve améliorée.

## 4. Conclusion

L'analyse des réponses physiologiques, appréciatives et cognitives permet de constater l'influence du niveau de réalisme sur le degré d'implication des sujets lorsque la crainte est la stratégie de communication retenue. Bien que notre hypothèse ne soit pas avérée en regard de l'activation physiologique, les résultats démontrent l'efficacité supérieure – en ce qui a trait à l'implication émotionnelle et cognitive des sujets – des scénarios qui dépeignent un portrait réaliste et hyperréaliste des conséquences d'une conduite préjudiciable, comparativement à une approche plus symbolique. La pertinence de l'argument de crainte en marketing social – qui plus est en sécurité routière – est clairement confirmée. Cette étude devrait permettre de mieux utiliser les stratégies de communication susceptibles d'être plus efficaces.

## Références

- BAGOZZI, R.B., et D.J. MOORE (1994). « Public service advertisements : emotions and empathy guide prosocial behaviour », *Journal of Marketing*, vol. 58, p. 56-70.
- BARON, R., M. INMAN et M. BRENMAN (1994). « Negative emotion and message processing ». *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 30, p. 181-201.
- CAMPBELL, R.G., et A.S. BABROW (2004). « The role of empathy in responses to persuasive risk communication : overcoming resistance to HIV prevention message », *Health Communication*, vol. 16, n° 2, p. 159-182.
- CARLSSON, G. (1997). *Cost-Effectiveness of Information, Campaigns and Enforcement and the Costs and Benefits of Speed Changes*, European Seminar in Luxembourg, 26-27 nov.
- CHO, H., et K. WITTE (2003). « A review of fear-appeal effects, dans J.S. SEITER, et R.H. GASS (dir.), *Perspectives on Persuasion, Social Influence, and Compliance Gaining*, Boston : Pearson and Ab., p. 223-238.
- DELHOMME, P. (dir.). (2000). *Campagnes évaluées en sécurité routière : une revue de 265 campagnes évaluées et une méta analyse sur les accidents*, Division Transport de la Commission Européenne - Projet GADGET juillet 2000. (Rapport INRETS).
- GALLOPEL, K., et C. PETR (2000). *Utilisation de la peur dans les campagnes de prévention : résultats et discussions autour des comportements tabagiques de jeunes Français*, Conférence Le Tendenze del Marketing in Europa, Venise, Italie, nov. 2000.
- GIRANDOLA, F., et D. ATKINSON (2003). « Prévention, détection et traitement de l'information persuasive en situation de peur », *Revue canadienne des sciences du comportement*, vol. 35, n° 3, p. 197-209.
- HARRISON, W.A., et T.M. SENSERRICK (2000). *Investigation of Audience Perception of Transport Commission Road Safety Advertising*. Report n° 185. Monash University Accident Research Center.
- LAVOISIER-MÉRIEUX, L.-M. (2002). *De l'efficacité des stratégies de communication publicitaires menaçantes : une étude de la relation entre émotions négatives et persuasion dans le domaine de la lutte contre l'insécurité routière*, 2<sup>e</sup> Congrès International Paris-Venise.
- Petty, R.E., et J.T. Cacioppo (1981). *Attitudes and Persuasion : Classic and Contemporary Approaches*, Boulder : Westview Press.

RODRIGUEZ, L., et M. ANDERSON-WILK (2002). *Communicating Highway Safety : What Works*. Report : Center for Transportation Research and Education. Iowa State University.

WHITEHILL KING, K., et L.N. REID (1990). « Fear arousing anti-drinking and driving PSAs : do physical injury threats influence young adults? », *Journal of Current Issues and Research in Advertising*, vol. 12, p. 155-175.

WITTE, K., et M. ALLEN (2000). « A meta-analysis of fear appeals : implications for effective public health campaigns », *Health Education and Behavior*, vol. 27, n° 5, p. 591-615.