



Information



Formation



Recherche



Coopération
Internationale

AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE SUR LES EFFETS DU CELLULAIRE AU VOLANT ET RECOMMANDATIONS

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

AVIS DE SANTÉ PUBLIQUE SUR LES EFFETS DU CELLULAIRE AU VOLANT ET RECOMMANDATIONS

DIRECTION DÉVELOPPEMENT DES INDIVIDUS ET DES COMMUNAUTÉS
UNITÉ SÉCURITÉ ET PRÉVENTION DES TRAUMATISMES

JANVIER 2007

AUTEURS

Étienne Blais

Unité sécurité et prévention des traumatismes
Direction développement des individus et des communautés
Institut national de santé publique du Québec

Professeur adjoint

École de criminologie – Centre international de criminologie comparée
Université de Montréal

Diane Sergerie, conseillère scientifique

Unité sécurité et prévention des traumatismes
Direction développement des individus et des communautés
Institut national de santé publique du Québec

SOUS LA COORDINATION DE

Pierre Maurice, M.D., M.B.A., FRCP

Unité sécurité et prévention des traumatismes
Direction développement des individus et des communautés
Institut national de santé publique du Québec

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

CONCEPTION GRAPHIQUE

MARIE PIER ROY

DÉPÔT LÉGAL – 2^e TRIMESTRE 2007

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC

BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA

ISBN 13 : 978-2-550-49613-7 (VERSION IMPRIMÉE)

ISBN 13 : 978-2-550-49614-4 (PDF)

REMERCIEMENTS

Un comité consultatif a été mis sur pied pour orienter et conseiller l'Institut national de santé publique du Québec dans la production de cet avis. Les membres participaient aux discussions à titre d'experts et les positions présentées dans cet avis ne les engagent en rien pas plus que leur institution d'appartenance. Les personnes suivantes ont contribué au sein de ce comité :

- François Bellavance – École des hautes études commerciales et Centre de recherche sur les transports
- Luc Lefebvre – ministère du Transport du Québec
- Léandre Bernier – ministère du Transport du Québec
- Lyne Vézina – Société de l'assurance automobile du Québec
- Claude Dussault – ministère de la Santé et des Services sociaux

Nous tenons sincèrement à remercier les membres de ce comité pour leur généreuse disponibilité et les conseils judicieux formulés tout au long de la production de cet avis.

Nous remercions également madame Sylvie Muller pour tout le soin dont elle a fait preuve lors de la mise en page.

RÉSUMÉ

La route : encore trop de victimes!

D'un point de vue de santé publique, la route fait encore beaucoup trop de victimes, pour la plupart évitables : 704 décès et 6 397 blessés graves selon la SAAQ (2005). Le bilan des cinq dernières années (2000-2005) exprime une nette tendance à la hausse au Québec. En effet, le nombre de victimes décédées a augmenté de plus de 9 % entre 2004 et 2005 et les blessures graves de 14,2 %. Dans le réseau hospitalier, cela représente plus de 4 000 hospitalisations en moyenne par année (INSPQ, 2006).

Les gains importants réalisés depuis vingt ans sont largement attribuables aux programmes qui se sont attaqués à la conduite avec facultés affaiblies, ont renforcé le port de la ceinture de sécurité, de même que la construction de véhicules plus sécuritaires. Cependant, plusieurs facteurs, qui n'ont pas eu le même traitement contribuent aujourd'hui à cette situation au Québec. Le phénomène généralisé du non respect de la vitesse légale sur l'ensemble du réseau routier de même que la conduite avec facultés affaiblies peuvent expliquer en partie cette stagnation du bilan sinon sa détérioration. À ces problèmes, il faut ajouter la multiplication des sources de distraction dans les véhicules et parmi ces dernières, le téléphone cellulaire. Le Québec n'échappe pas au phénomène mondial de l'engouement pour le « cellulaire ». Au Canada, le nombre d'abonnés à un service de télécommunications sans fil est passé de 6 000 à 17 000 000 entre 1985 et 2005. Des sondages récents rapportent que plus de 50 % des Québécois possédant un cellulaire en font usage en conduisant, soit l'équivalent d'un conducteur sur quatre. Cet avis s'intéresse à ce comportement et répond à la question suivante : l'utilisation du cellulaire au volant augmente-t-elle le risque de collision et de traumatisme routier?

D'autres questions sont aussi traitées : 1. les dispositifs « en main » et « main libre » produisent-ils les mêmes effets sur la performance et le risque? 2. les effets liés au cellulaire au volant sont-ils similaires à d'autres sources de distraction (radio, conversation, autres instruments et télématiques embarqués)? 3. y a-t-il un effet d'apprentissage sur le risque? 4. doit-on interdire le cellulaire au volant et quelles sont les mesures efficaces pour éliminer ce risque?

Pour répondre à ces questions, nous avons adopté une approche de recension systématique des écrits scientifiques sur le sujet. Les bases de données, pages *web* et experts en sécurité routière ont été consultés pour le repérage et la sélection des études et des documents jugés pertinents. Les conclusions générales s'appuient sur des critères appliqués à des populations relativement homogènes d'études. La convergence des résultats d'études qui emploient des méthodologies variées et des données de sources distinctes permet de statuer avec davantage de certitude sur le risque de ce comportement routier (Simpson, 2005).

Les analyses ont permis d'établir l'effet du cellulaire sur la performance des conducteurs, leurs comportements routiers et le risque de collision. Elles déterminent ces effets respectifs selon le type de dispositifs « en main » et « main libre ». Finalement elles abordent les

résultats obtenus au regard des actions mises de l'avant pour limiter les risques associés au cellulaire au volant.

L'utilisation du cellulaire au volant détériore la performance et augmente le risque de collision

Toutes les études recensées pointent dans la même direction : l'utilisation du cellulaire au volant détériore la performance des conducteurs et augmente leur risque de collision. Certaines tâches dites « primaires » sont requises lors de la conduite d'un véhicule à moteur. L'utilisation d'un cellulaire constitue une tâche « secondaire ». Or, selon les résultats des études expérimentales qui évaluent l'effet du cellulaire sur la performance, les conducteurs ont plus de difficulté à réaliser les tâches primaires requises à la conduite d'un véhicule lorsqu'ils parlent au cellulaire. Cette baisse de la performance se traduit, entre autres, par une augmentation du temps de réaction au freinage, une plus grande difficulté à rester au centre de la voie, une diminution du champ visuel et des aptitudes à éviter les obstacles sur la route. Bref, le cellulaire affecte négativement les tâches de nature cognitive, visuelle et biomécanique. Selon les mesures de performance, le cellulaire affecte davantage les tâches cognitives et visuelles que biomécaniques.

Cette dégradation de la performance a pour effet d'augmenter le risque de collision. En effet, selon toutes les études épidémiologiques consultées, les utilisateurs de cellulaire affichent des taux de collisions supérieurs aux non-utilisateurs de cellulaire. Ces études montrent également que le risque croît avec l'usage. Les utilisateurs fréquents de cellulaire ont un risque plus élevé d'être impliqués dans une collision que les utilisateurs sporadiques. D'autres études employant des méthodologies différentes permettent d'étayer ces conclusions. Trois études ont établi que les utilisateurs qui emploient leur cellulaire au volant multiplient d'environ quatre fois leur risque de collision. De plus, on a démontré que cette différence n'était pas due à une propension accrue à prendre des risques chez ces utilisateurs. Une étude québécoise a démontré qu'avant qu'ils ne se procurent un cellulaire, les utilisateurs actuels de cellulaire avaient un taux de collision comparable au groupe qui est resté non-utilisateur. C'est par la suite que leur taux de collision s'est détérioré. Cette même étude démontre non seulement que le cellulaire augmente le risque de collision, mais elle remplit aussi les critères permettant d'avancer qu'il existe une relation causale entre l'utilisation du cellulaire au volant et le risque de collision.

Dispositif « en main » ou « main libre » : le risque de collision est le même

Tant les études expérimentales qu'épidémiologiques établissent que le dispositif « main libre » affecte autant la conduite que le dispositif « en main ». Même si la baisse de performance agit sur l'ensemble des tâches, la distraction causée par le cellulaire est principalement cognitive. On ne peut donc pas supprimer la distraction en retirant les tâches manuelles liées au dispositif « en main ».

Même avec la pratique, le risque perdure

Des analyses plus pointues ont aussi permis d'établir que la distraction perdure même lorsque les participants ont réalisé le même parcours routier à plusieurs reprises lors des expérimentations. Bien que les participants aient parfois tendance à s'améliorer d'une séance à l'autre, la performance reste toujours inférieure pour le participant qui utilise le cellulaire par rapport à une condition témoin qui demande de conduire sans distraction.

Autres sources de distraction et risque de collision : preuves insuffisantes

Bien que le cellulaire ne soit pas la seule source de distraction au volant, la majorité des études portent sur ce dispositif. En raison du peu d'études et de la disparité des résultats, il est impossible de comparer l'effet du cellulaire à celui d'autres télématiques ni de se prononcer sur les effets des autres télématiques et instruments de bord sur la conduite. On peut penser cependant que l'usage de tout instrument qui entraîne une tâche secondaire et nécessite une attention cognitive, visuelle ou biomécanique aussi importante que le cellulaire aurait des effets similaires sur la performance et le risque de collision. Ainsi, l'utilisation du système de courriels à reconnaissance de la voix affecterait autant la conduite que le cellulaire.

Enfin, la comparaison du cellulaire avec la radio ou la conversation avec un passager est souvent invoquée pour banaliser son utilisation. Or, les résultats des études recensées nous portent à croire que l'écoute de la radio de même que la conversation avec un passager sont moins nuisibles que la conversation au cellulaire. De plus, le passager adapterait son débit verbal à la difficulté de la tâche de conduite, phénomène absent lors de la conversation téléphonique. Ce dernier a également l'avantage de voir la route et mettra un terme à la conversation si la tâche du conducteur devient plus difficile.

En somme, les activités passives, qui ne demandent aucune réaction de la part du conducteur, ne sollicitent pas les ressources cognitives et donc, permettent au conducteur de concentrer toute son attention sur la conduite. Par contre, les actions qui nécessitent une réponse du conducteur et qui font appel à ses ressources cognitives risquent de compromettre sa sécurité.

L'utilisation du cellulaire au volant : un comportement à bannir

Afin d'encadrer le cellulaire au volant, de nombreuses juridictions ont promulgué des lois. Cinq études ont évalué l'effet des lois, soit sur le taux d'utilisation du téléphone « en main » ou sur les taux de collisions. Certaines évaluations rapportent une réduction des taux d'utilisation du cellulaire « en main » suite à l'introduction de la loi et un retour au taux initial précédant l'entrée en vigueur de la loi. Les évaluations comportent toutefois plusieurs lacunes. Les analyses reposent souvent sur une simple comparaison avant/après et ne tiennent pas compte d'autres facteurs susceptibles d'influer sur les taux d'utilisation ou de collisions. Par exemple, les ventes de cellulaires sont en hausse. Il est plausible que les lois ne fassent pas diminuer le taux d'utilisation, mais qu'elles le stabilisent ou en ralentissent la progression. Or, cette hypothèse n'est pas considérée dans les études. De même, les lois

sont souvent introduites sans aucune mesure de renforcement, limitant ainsi leur potentiel. La seule étude qui s'est penchée sur l'effet des lois sur les taux de collisions a été réalisée au Japon. Selon cette étude, les collisions associées au cellulaire auraient chuté de plus de 50 % et les collisions mortelles de 20 % suite à l'entrée en vigueur d'une loi interdisant le cellulaire « en main ». Toutefois, les mêmes réserves s'appliquent à cette étude en l'absence de détails permettant de savoir si ces résultats ne sont pas influencés par d'autres mesures mises en place simultanément.

Même si plusieurs études suggèrent que l'utilisation du cellulaire au volant représente un facteur de risque, ce comportement n'est pas encore réglementé au Québec. Sujet largement médiatisé, une série de « points de vue » véhiculés laissent croire à une absence de consensus sur les risques associés au cellulaire au volant. Cependant, une enquête réalisée en juin 2006 indique que 93 % des québécois pensent que le cellulaire au volant devrait être interdit dont plus de la moitié d'entre eux sont favorables à une interdiction totale (INSPQ, 2006).

À la lumière des résultats observés dans les études empiriques et d'un contexte favorable, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) considère que l'utilisation du cellulaire au volant représente un important risque pour les usagers du réseau routier et formule trois principales recommandations.

Recommandation 1 : interdiction complète du cellulaire au volant

À la lumière des principales conclusions de l'avis, l'INSPQ considère que la tâche de conduite est suffisamment complexe et que l'utilisation du cellulaire au volant ne fait qu'augmenter significativement le risque de collision et ce, indépendamment du dispositif. La littérature scientifique est non équivoque : le recours à un dispositif « main libre » ne réduit pas la distraction associée au cellulaire, car cette dernière est principalement de nature cognitive et visuelle. Étant donné que l'utilisation du cellulaire au volant :

- n'est pas un dispositif d'aide à la conduite;
- détériore la performance du conducteur, particulièrement en ce qui a trait aux tâches cognitives et visuelles;
- augmente significativement le risque de collisions et de traumatismes routiers.

L'INSPQ recommande que l'utilisation du cellulaire en conduisant soit complètement interdite. Bien que la presque totalité des juridictions ont promulgué des lois interdisant uniquement le dispositif « en main », ces dernières sont incohérentes avec la littérature scientifique et pourrait même avoir un effet pervers. Ce n'est pas le maniement du cellulaire en soi qui distrait le conducteur, mais bien la conversation téléphonique. Les lois qui bannissent uniquement le dispositif « en main » véhiculent le message que l'utilisation du cellulaire est sécuritaire du moment que le conducteur a les mains libres, ce qui est faux. Les études ont non seulement démontré que les distractions visuelles et cognitives sont toujours présentes, mais aussi que la piètre qualité des dispositifs main libre amplifie la distraction (Matthews et coll., 2003). Notre recommandation rejoint également l'opinion des automobilistes canadiens et québécois qui, dans une proportion de 2/3, considèrent

l'utilisation du cellulaire au volant comme un problème grave ou très grave de sécurité routière (Beirness et coll., 2002). Un récent sondage de l'INSPQ révèle même que 93 % des Québécois sont en faveur d'une loi qui encadre l'utilisation du cellulaire au volant. Enfin, ces recommandations n'enlèvent rien aux avantages du cellulaire, soit de contacter les services d'urgence en cas de collision ou de rapporter des délits aux policiers. Les automobilistes n'auraient qu'à s'immobiliser en bordure de la route et à effectuer l'appel.

Recommandation 2 : régler l'installation des télématiques dans les véhicules

Bien que le cellulaire soit le dispositif télématique le plus utilisé et répandu, les constructeurs automobiles équipent leurs véhicules de plus en plus d'autres dispositifs de base tels que les systèmes d'aide à la conduite - qui contiennent en fait plusieurs autres télématiques telles que les cartes routières et le système de courriel - et les DVD/télévision. Certains véhicules haut de gamme sont même équipés d'ordinateur portable qui s'insère dans la boîte à gants.

Comme le cellulaire est le dispositif le plus populaire, la presque totalité des études portent sur l'effet de ce système sur la performance et les risques de collision. Or, les dispositifs qui requièrent, tout comme le cellulaire, des ressources cognitives et visuelles nécessaires à la réalisation des tâches primaires, sont susceptibles de distraire le conducteur. C'est la conclusion de Lee *et coll.* (2001) qui démontrent que l'emploi d'un système de courriels à reconnaissance de la voix influe négativement sur la performance des conducteurs. Encore une fois, le fait que le dispositif permette au conducteur de garder les mains sur le volant n'enraye pas l'effet de distraction.

L'INSPQ recommande que les dispositifs télématiques qui n'aident pas à la conduite ne puissent pas être installés sur les véhicules à défaut d'une preuve contraire. Ainsi, Transport Canada devrait obliger les constructeurs automobiles à effectuer certains tests pour assurer que les nouveaux dispositifs télématiques ne nuisent pas à la conduite. La preuve incomberait aux constructeurs tel le principe qui s'applique aux compagnies pharmaceutiques qui désirent commercialiser un médicament. L'INSPQ encourage également les chercheurs à s'intéresser davantage à la distraction causée par les autres télématiques et dispositifs dans les véhicules.

Recommandation 3 : modifier les rapports de collision

Présentement, les rapports de collisions ne prévoient aucune case permettant de rapporter systématiquement la présence du cellulaire. Or, de telles cases sont disponibles pour indiquer la présence de conduite avec facultés affaiblies et des excès de vitesse lors des collisions. L'INSPQ recommande la modification des rapports de collision de manière à mieux mesurer la prévalence du cellulaire comme cause de collision d'une part, et à mieux connaître les circonstances dans lesquelles les collisions associées au cellulaire surviennent.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	XI
LISTE DES FIGURES	XIII
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XV
1 INTRODUCTION	1
2 MISE EN CONTEXTE	5
3 UTILISATION DU CELLULAIRE ET DES TÉLÉMATIQUES EN CONDUISANT	7
3.1 Tâches requises lors de la conduite d'un véhicule automobile.....	7
3.2 Tâches primaires et secondaires.....	8
4 TENDANCE DANS LES TAUX D'UTILISATION DU CELLULAIRE ET OPINION DU PUBLIC	11
4.1 Taux d'utilisateurs de téléphone cellulaire.....	11
4.2 Tendances dans les taux d'utilisation en conduisant selon diverses sources	12
4.2.1 Résultats des enquêtes d'observations sur le terrain	12
4.2.2 Résultats des sondages téléphoniques et questionnaires auto-administrés	12
4.3 Cellulaire au volant et opinion publique	14
4.4 Synthèse.....	14
5 MÉTHODOLOGIE	17
5.1 Stratégie de repérage des études : mots clés, expressions et sources de données.....	18
5.2 Critères d'inclusion des études et codification des résultats et caractéristiques.....	20
5.2.1 Critères d'inclusion et codification des études expérimentales.....	20
5.2.2 Critères d'inclusion pour les études épidémiologiques et codification de l'information	24
5.2.3 Études évaluatives des lois et des autres mesures qui réglementent l'utilisation du cellulaire au volant	25
5.2.4 Autres documents consultés.....	25
6 RÉSULTATS	27
6.1 Résultats des études expérimentales.....	27
6.1.1 Effet général du cellulaire sur la conduite.....	27
6.1.2 Questions spécifiques à l'utilisation du cellulaire lors des expérimentations	45
6.1.3 Synthèse.....	54
6.2 Cellulaire et risque de collision : résultats des études épidémiologiques	55
6.2.1 Collisions associées à l'utilisation du cellulaire selon les rapports de police	56
6.2.2 Utilisation du cellulaire et risque de collision	60

6.2.3	Synthèse.....	70
6.3	Études d'observations en situation réelle : effet du cellulaire sur le comportement de l'utilisateur.....	71
7	RÉSULTATS : MESURES POUR CONTRÔLER L'UTILISATION DU CELLULAIRE AU VOLANT	73
7.1	Effets des lois sur le taux de collisions et d'utilisation du cellulaire « en main ».....	73
7.2	Normes pour les constructeurs automobiles	75
7.3	Synthèse.....	75
8	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	77
8.1	Principales conclusions	77
8.2	Recommandations.....	81
	BIBLIOGRAPHIE	85

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Résultats au repérage des documents	19
Tableau 2	Catégories d'indicateurs de performance	23
Tableau 3	Résumé des études expérimentales	30
Tableau 4	Effet du cellulaire sur les tâches cognitives reliées à la conduite d'une automobile	42
Tableau 5	Effet du cellulaire sur les tâches biomécaniques reliées à la conduite d'une automobile	43
Tableau 6	Tableau VI Effet du cellulaire sur les tâches visuelles reliées à la conduite d'une automobile.....	43
Tableau 7	Dénombrement des effets négatifs, neutres et positifs selon le dispositif de cellulaire.....	46
Tableau 8	Effets moyens selon le dispositif de cellulaire	46
Tableau 9	Effets moyens selon le dispositif et la nature de la tâche primaire	47
Tableau 10	Collisions associées au cellulaire selon les verbatims des rapports en Caroline du Nord selon l'année et l'action du conducteur	58
Tableau 11	Résumé des études épidémiologiques.....	62
Tableau 12	Les baisses du nombre de conducteurs et de conductrices avec au moins une collision ayant fait l'objet d'un rapport de police; comparaison des pourcentages de diminution selon l'utilisation ou non d'un téléphone mobile pour les hommes et les femmes et selon l'âge	67
Tableau 13	Taux d'utilisation du cellulaire en main chez les conducteurs dans les États de New York et du Connecticut.....	74
Tableau 14	Comparaison du nombre de collisions pour les périodes avant et après l'introduction de la loi interdisant le téléphone cellulaire en main au Japon	75

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Tendance dans le nombre d'abonnés à un service de télécommunication sans fil (1984-2006).....	11
Figure 2	Taux d'utilisation du cellulaire au volant entre 1997 et 2005 au Canada	13

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ACTS	Association canadienne des télécommunications sans fil
CFA	Conduite avec facultés affaiblies
FARS	<i>Fatalit Analysis Reporting System</i>
INSPQ	Institut national de santé publique de Québec
NASS	<i>National Automotive Sampling System</i>
PAS	Programmes d'application sélective
RR	Risque relatif
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec

1 INTRODUCTION

Au Québec, les collisions routières représentent l'une des principales sources de traumatismes non intentionnels. Entre 2000 et 2005, on observe une hausse du nombre de victimes de la route pour un total de 328 258 victimes et une moyenne annuelle de 54 710 blessés (SAAQ, 2006). Le dernier bilan de SAAQ rapporte une moyenne annuelle de 675 décès et 5 735 blessures graves nécessitant une hospitalisation pour la période 2000-2005. Cette détérioration du bilan routier se situe tant au niveau des décès que des blessures. Les décès ont augmenté de 9,3 % entre 2004 et 2005, grim pant de 644 à 704 et les blessures graves ont connu une hausse de 14,2 % en 2005 comparativement à la période 2000-2004.

La conduite avec facultés affaiblies (CFA) et les excès de vitesse représentent les deux principales causes de collisions avec blessures au Québec. En effet, respectivement 27,4 et 13,3 % des conducteurs décédés ou blessés gravement au Québec avaient un taux d'alcoolémie supérieur à 0,08mg/100ml (Fondation de recherche sur les blessures de la route, 2004). Pour sa part, selon les rapports de police, la vitesse comme première cause serait responsable de 22 % des décès, 17 % des blessures graves et 1 % des blessures légères entre 1999 et 2003, soit l'équivalent de 150 décès, 900 blessés graves et 5 000 blessés légers en moyenne par année (Brault, 2003).

Outre la CFA et la vitesse, plusieurs rapports de recherche indiquent que la distraction serait un important facteur de risque. Elle pourrait être associée à plus de 25 % des collisions (Wang *et coll.*, 1996; Ranney *et coll.*, 2000; Stutts, 2005). D'autres études rapportent des estimés variant entre 35 et 50 % lorsque l'inattention est incluse (Sussman *et coll.*, 1995; National Highway Traffic Safety Administration, 1997). Parmi les sources de distraction, l'utilisation du cellulaire en conduisant et des télématiques dans les véhicules ont reçu beaucoup d'attention de la part des médias et du milieu académique (Beirness *et coll.*, 2002)¹. Cette préoccupation n'est pas étonnante. D'une part, le marché de la télécommunication sans fil continue d'enregistrer de fortes croissances année après année. D'autre part, les constructeurs automobiles offrent de plus en plus de télématiques intégrées aux véhicules. Au Canada, le nombre d'abonnés à un service de télécommunication sans fil a non seulement augmenté de manière exponentielle au cours des vingt dernières années, passant de 6 000 à 16 809 988 entre 1985 et 2005 (Association canadienne des télécommunications sans fil), mais les automobilistes utilisent de plus en plus leur cellulaire au volant (Beirness, 2005)².

Bien que l'utilisation du cellulaire et des télématiques constitue des tâches secondaires qui n'aident pas à la conduite et qui entrent en compétition avec les tâches primaires de conduite, peu d'études synthétisent de manière exhaustive l'ampleur et la nature du risque

¹ « Le terme télématique de bord renvoie aux dispositifs intégrant des technologies de communication sans fil qui permettent d'offrir des services d'information, l'automatisation des véhicules et d'autres fonctions. » (Transports Canada, 2003 : 2)

² L'entrée du téléphone mobile sur le marché canadien date de 1985.

pour la santé publique³. Cette situation est d'autant plus préoccupante que les taux d'utilisation du cellulaire au volant sont en hausse constante et que les télématiques se multiplient. D'ailleurs, l'utilisation du cellulaire en conduisant semble un enjeu important de sécurité routière selon les automobilistes Québécois et Canadiens (Beirness *et coll.*, 2002; Beirness, 2005; SAAQ, 2004; INSPQ, 2006).

Cette absence de synthèse permettant de se prononcer clairement sur le risque associé à l'utilisation du cellulaire et des télématiques en conduisant s'explique d'une part par les sources de données habituellement utilisées pour documenter la problématique et d'autre part, par les démarches employées par plusieurs chercheurs pour mesurer la relation entre l'utilisation du cellulaire et le risque de collision. Les percées en médecine et en reconstitution de scènes de collisions permettent dorénavant d'établir si l'alcool et la vitesse sont associés à une collision. Or, seule la consultation d'automobilistes et de témoins permettent de déterminer si le conducteur utilisait son cellulaire au moment de la collision. De plus, les rapports d'accidents ne comportent généralement aucune case permettant de rapporter systématiquement la présence ou l'utilisation de cellulaire. D'autre part, seulement deux méta-analyses ont été réalisées et ces dernières comportent un nombre limité d'études expérimentales (voir Horrey et Wickens, 2004 et Caird *et coll.*, 2004). Enfin, aucune recension des écrits ou ouvrages de synthèse ne répond aux critères de la recension systématique des écrits.

Cet avis de santé publique prendra donc la forme d'une synthèse systématique de la littérature scientifique afin de documenter le risque lié à l'utilisation du cellulaire en conduisant. C'est en vertu de sa mission d'informer le ministre de la Santé et des Services sociaux des impacts des politiques publiques sur la santé de la population que l'INSPQ a produit le présent document. Il vise à soutenir le ministre dans le rôle de conseiller du gouvernement que lui donne la Loi sur la santé publique afin de promouvoir l'adoption de politiques publiques favorables à la santé.

Plus précisément, cet avis répondra aux questions suivantes : 1) est-ce que l'utilisation du cellulaire affecte les tâches requises à la conduite d'un véhicule automobile? 2) quels sont les risques liés à son utilisation pour la santé et la sécurité des usagers de la route? 3) est-ce que le risque varie en fonction du dispositif (main libre versus en main)? 4) ce risque est-il assez significatif pour en interdire ou en limiter l'usage et quels seraient les gains escomptés sur les collisions et les blessures? 5) est-ce que le risque associé au cellulaire est comparable à celui généré par d'autres dispositifs télématiques? et 6) quelles sont les mesures efficaces pour améliorer la situation?

Cet avis de santé publique se divise en six principales sections (ce qui exclut l'introduction et la mise en contexte). La section 3 traite de notions théoriques qui aident à la compréhension de la relation entre la distraction et le risque de collision. Cette section aborde, entre autres, les notions de tâches primaires et secondaires, et définit la distraction. La section 4 présente les tendances sur le nombre d'abonnés à un service de communication sans fil et les taux

³ L'avis porte sur le cellulaire et les autres télématiques. Par contre, la littérature scientifique traite peu de l'impact des autres télématiques sur la conduite et le risque de collision. C'est la raison pour laquelle, le texte fait souvent uniquement référence au téléphone cellulaire.

d'utilisation du cellulaire en conduisant. Cette section présente aussi l'opinion publique face à l'utilisation du cellulaire en conduisant. La section 5 décrit la méthodologie. On y présente les principes directeurs de la synthèse systématique ainsi que la stratégie de repérage des études, les critères d'inclusion et la méthode de codification des résultats.

Les sections 6 et 7 présentent les résultats des analyses. La section 6 traite principalement de l'effet du cellulaire et des télématiques sur la performance du conducteur et le risque de collision à l'aide de diverses sources de données. Pour sa part, la section 7 présente les résultats des études qui se sont penchées sur les moyens d'enrayer la distraction causée par l'utilisation du cellulaire et l'utilisation des télématiques tout en conduisant. Enfin, la section 8 fait la synthèse des principaux résultats et les recommandations de l'INSPQ sont présentées.

2 MISE EN CONTEXTE

Les traumatismes routiers coûtent la vie à plus de 1,26 million d'hommes, de femmes et d'enfants chaque année à travers le monde (Organisation mondiale de la santé, 2004). Entre 20 et 50 millions d'autres personnes sont blessées ou handicapées à la suite de collisions routières. Tel que souligné auparavant, 328 258 usagers du réseau routier québécois ont subi des blessures à la suite d'une collision entre 2000 et 2005, ce qui représente une moyenne annuelle de 54 710 blessés (SAAQ, 2006). Pour la même période, la SAAQ rapporte une moyenne de 675 décès et 5 735 blessures graves nécessitant une hospitalisation immédiate.

Même si les collisions routières représentent toujours une des principales causes de traumatismes non intentionnels au Québec, de nombreux progrès ont été réalisés au cours des 30 dernières années alors que plus de 2 000 décès avaient été enregistrés en 1972 et 1973. Bien que 90 % des collisions soient associées au facteur humain (Evans, 2004), la construction de véhicules plus sécuritaires, l'aménagement routier et les programmes de renforcement des lois ont tous contribué à l'amélioration du bilan routier québécois. Les programmes d'application sélective de la loi (PAS) visant à augmenter le taux de port de la ceinture de sécurité (Dussault, 1990) et à contrer la CFA (Mayhew *et coll.*, 1996) sont deux réalisations majeures au Québec. Les résultats des méta-analyses et recensions systématiques de la littérature pointent également dans cette direction : les PAS et les contrôles automatisés sont efficaces pour réduire les traumatismes routiers à la fois sur des sites ciblés et les zones avoisinantes (Blais et Dupont, 2005). D'autre part, Mountain *et coll.* (2005) ont démontré que les déflexions verticales telles les dos d'âne et les « speed cushions » sont efficaces à réduire les collisions associées à la vitesse.

Comme en témoigne la littérature, la réduction des traumatismes routiers passe par une approche multifactorielle qui mise sur la modification des comportements, de l'environnement routier et des véhicules. L'ajout de la ceinture de sécurité ainsi que les programmes de renforcement contre la CFA et la vitesse représentent de bons exemples. À cet effet, de nombreuses études rapportent que la distraction au volant, principalement celles associées à l'utilisation du cellulaire et des télématiques en conduisant, représente un nouvel enjeu de sécurité routière (Beirness *et coll.*, 2002). Des études américaines rapportent même que la distraction serait associée à plus de 25 % des collisions routières (Wang *et coll.*, 1996; Ranney *et coll.*, 2000; Stutts, 2005).

L'amélioration du bilan routier transigerait donc, en partie, par la l'élimination des sources de distraction au volant. Bien que plusieurs études aient été réalisées, aucune synthèse systématique, soit l'approche qui respecte les plus hauts standards de rigueur scientifique pour donner un sens général aux résultats d'une population d'étude, n'a encore été produite. Une meilleure compréhension des effets du cellulaire et des télématiques sur la conduite et le risque de collision ainsi qu'une recension des mesures efficaces au contrôle de l'utilisation de ces dispositifs lors de la conduite sont nécessaires afin de faire des recommandations. Ces recommandations permettront justement au gouvernement d'établir les priorités en matière de sécurité routière et de légiférer en cas de besoin.

3 UTILISATION DU CELLULAIRE ET DES TÉLÉMATIQUES EN CONDUISANT

Cette section présente les notions théoriques centrales à la compréhension de la problématique de l'utilisation du cellulaire et des télématiques lors de la conduite automobile. Il y est question des tâches requises à la conduite d'un véhicule automobile, de la distinction entre les tâches primaires et secondaires, et des concepts de l'inattention et de la distraction.

3.1 TÂCHES REQUISES LORS DE LA CONDUITE D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE

La conduite automobile requière la réalisation simultanée de plusieurs tâches. Evans (1985) définit la conduite automobile comme un processus circulaire alimenté par les perceptions du conducteur et les modifications apportées à sa conduite. Le conducteur doit analyser l'environnement routier et contrôler la position latérale et longitudinale de son véhicule tout en consultant les instruments de bord. En ce sens, la conduite implique également un processus cognitif : le conducteur évalue la situation actuelle pour prévoir les manœuvres à venir.

En adoptant une approche taxonomique, la conduite automobile peut être divisée en quatre types de tâches interdépendantes, soit biomécaniques, auditives, visuelles et cognitives (Evans, 2004). Ces tâches ne sont pas mutuellement exclusives, car toute information passe par le processus cognitif. Les stimuli visuels, biomécaniques et auditifs sont analysés par le conducteur à l'aide de ses ressources cognitives.

Les tâches biomécaniques réfèrent à la manipulation des instruments de bord, tels le volant, la pédale de frein et l'accélérateur qui servent à la maîtrise du véhicule. La réalisation de ces tâches permet par exemple de respecter les limites de vitesse, de demeurer au centre de sa voie et de conserver une distance intervéhiculaire sécuritaire.

L'audition et la vision permettent de détecter les divers stimuli de l'environnement routier. Le son d'une sirène d'ambulance alerte l'automobiliste qu'il devra changer de voie afin de céder le passage. Pour sa part, la vision permet la consultation des instruments de bord et le repérage des stimuli internes et externes au véhicule. À titre d'exemple, la signalisation routière permet à l'automobiliste de prendre connaissance des limites de vitesse en vigueur ou de se préparer à négocier une courbe prononcée (Charlton, 2004). Rockwell (1972) soutient même que 90 % de l'information utilisée pour la conduite provient de la vision. Bien que l'acuité visuelle soit un critère pour obtenir son permis de conduire, sa relation avec les risques d'accidents n'est pas bien établie. Par contre, « les changements dans les caractéristiques visuelles de haut niveau, en particulier dans le champ de vision utile, la zone dans laquelle de l'information utile peut être retirée d'un simple coup d'œil, sont associés au risque de collisions. » (Traduction libre. Evans, 2004 : 175). En effet, Smiley (1999) a établi que les conducteurs adaptent leur vitesse principalement en fonction de l'information détectée dans leur champ périphérique de vision. Lorsque la vision périphérique est obstruée, le conducteur se fie uniquement à son champ de vision central et l'évaluation de sa propre vitesse devient imprécise. Des exigences sur l'acuité visuelle et le champ visuel

(central et périphérique) font d'ailleurs partie des normes médicales et optométriques pour la conduite d'un véhicule.

Finalement, les ressources cognitives permettent au conducteur d'évaluer les situations dans lesquelles il se retrouve dans un premier temps et de décider des modifications à apporter à sa conduite dans un second temps. Tout au long de son trajet, le conducteur doit sélectionner l'information utile à l'intérieur d'un environnement routier riche en stimuli. L'information détectée dans le champ visuel sera analysée et le conducteur réagira. Evans (2004) identifie deux phases lors du traitement cognitif de l'information. Premièrement, vient la décision ou le temps pris pour réagir. Deuxièmement, il y a la réponse ou le temps requis à l'exécution de la manœuvre. À titre d'exemple, il y a un laps de temps entre le moment où le conducteur décide de freiner et le moment où il active la pédale de frein.

3.2 TÂCHES PRIMAIRES ET SECONDAIRES

Les tâches réalisées lors de la conduite d'un véhicule sont habituellement qualifiées de primaires ou de secondaires. Les tâches décrites préalablement peuvent être considérées comme primaires, car elles sont essentielles à la conduite d'un véhicule automobile. Par contre, les tâches qui nuisent ou n'aident pas à la conduite sont secondaires. Par exemple, composer un numéro de téléphone et tenir le volant sont deux tâches biomécaniques, mais la première est secondaire, car elle ne sert pas à la conduite du véhicule. De même, les sources de distraction à l'intérieur des véhicules ont augmenté au même rythme que les innovations technologiques. Maintenant, de nombreuses télématiques sont offertes en option ou comme équipement de base : radio satellite, téléavertisseurs, services de communications personnelles sans fil, système de navigation de bord et système de vision nocturne (Beirness *et coll.*, 2002). Ces télématiques, tout comme le cellulaire, pourraient constituer des sources de distraction susceptibles d'affecter la performance du conducteur et de compromettre sa sécurité.

En fait, les tâches secondaires sont des sources de distraction par rapport aux tâches requises à la conduite. Ranney *et coll.* (2000) classent les distractions en quatre catégories comparables aux tâches requises à la conduite d'un véhicule automobile, soit visuelles (délaisser la route des yeux), auditives (sonnerie de téléphone cellulaire), biomécaniques (composer un numéro sur le clavier d'un cellulaire) et cognitives (réfléchir à sa conversation au lieu d'analyser les stimuli routiers). La classification de Ranney *et coll.* rejoint également la typologie proposée par Goodman *et coll.* (1999) pour expliquer les tâches effectuées lors de l'utilisation du cellulaire en conduisant. Cette typologie comprend quatre catégories de tâches liées à l'utilisation du téléphone cellulaire, soit accéder au téléphone cellulaire, composer un numéro, converser et réaliser des tâches connexes (prendre des notes, consulter un carnet). Toutes ces tâches s'avèrent de potentielles sources de distractions cognitives, manuelles, auditives et visuelles.

La notion de distraction est souvent utilisée pour expliquer l'effet négatif du cellulaire et des autres télématiques sur la conduite. La distraction est une dimension du concept de l'inattention (Beirness *et coll.*, 2002). L'inattention s'applique à une situation, un état ou un

événement (incluant être dans la lune) qui amène le conducteur à porter moins d'attention qu'il n'en faut à la conduite de son véhicule (Ranney *et coll.*, 2000). Pour sa part, la distraction au volant survient « lorsque le temps de réaction du conducteur pour analyser de l'information requise à la conduite est retardé par un événement, une activité, un objet ou une personne qui force ou amène le conducteur à porter son attention vers autre chose que la tâche de conduite » (Traduction libre. Treat, 1980 : 21). En bref, la distraction serait déclenchée par un événement particulier, ce qui amènerait le conducteur à être inattentif. Pour sa part, l'inattention peut survenir sans qu'il n'y ait nécessairement d'événement déclencheur.

Dans la littérature, la notion d'attention divisée accompagne souvent celle de la distraction. Lorsque le conducteur est distrait, son attention est divisée entre la réalisation des tâches primaires et secondaires. Lors d'une conversation au cellulaire par exemple, les ressources cognitives du conducteur servent à analyser à la fois les paramètres entourant sa conduite et les propos de son interlocuteur.

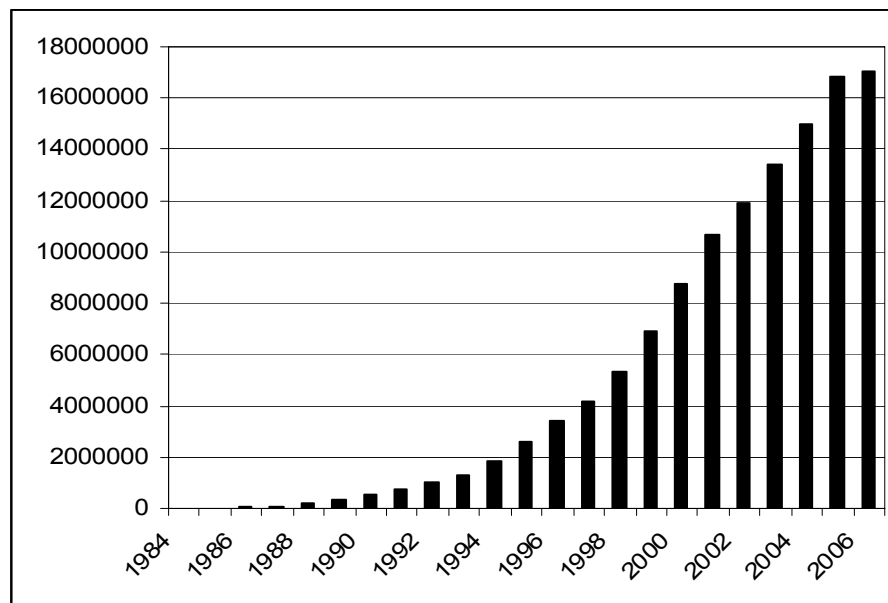
4 TENDANCE DANS LES TAUX D'UTILISATION DU CELLULAIRE ET OPINION DU PUBLIC

La section 4 présente des données sur les tendances des taux de possession et d'utilisation du cellulaire au volant. Trois sources de données sont employées, soit les données provenant d'enquêtes de terrain et téléphoniques, celles issues des questionnaires auto-administrés et les données de l'Association canadienne des télécommunications sans fil (ACTS).

4.1 TAUX D'UTILISATEURS DE TÉLÉPHONE CELLULAIRE

Selon les données de l'ACTS, le nombre d'utilisateurs de téléphone cellulaire a augmenté de manière exponentielle entre 1985 et 2006⁴. La figure 1 indique qu'il y avait, au Canada, environ 6 000 abonnés à un service de téléphone sans fil en 1985 comparativement à 17 016 032 en 2006. En 2006, 64 % des ménages canadiens sont abonnés à un service de communication sans fil. La situation est quelque peu différente au Québec où seulement 51 % des ménages profitent d'un service de communication sans fil.

Figure 1 Tendence dans le nombre d'abonnés à un service de télécommunication sans fil (1984-2006)



Source : Association canadienne des télécommunications sans fil, récupéré sur l'Internet le 21 mai 2006 au <http://www.cwta.ca/CWTASite/english/industryfacts.html>.

Note : L'information est incomplète pour 2006 et comprend seulement les trois premiers mois de l'année.

⁴ Le terme « utilisateur » de cellulaire réfère au fait d'être un propriétaire de cellulaire ou d'en faire usage. Un utilisateur de cellulaire ne fait pas nécessairement usage de son cellulaire au volant. Lorsque c'est le cas, cela est spécifié dans le texte.

4.2 TENDANCES DANS LES TAUX D'UTILISATION EN CONDUISANT SELON DIVERSES SOURCES

4.2.1 Résultats des enquêtes d'observations sur le terrain

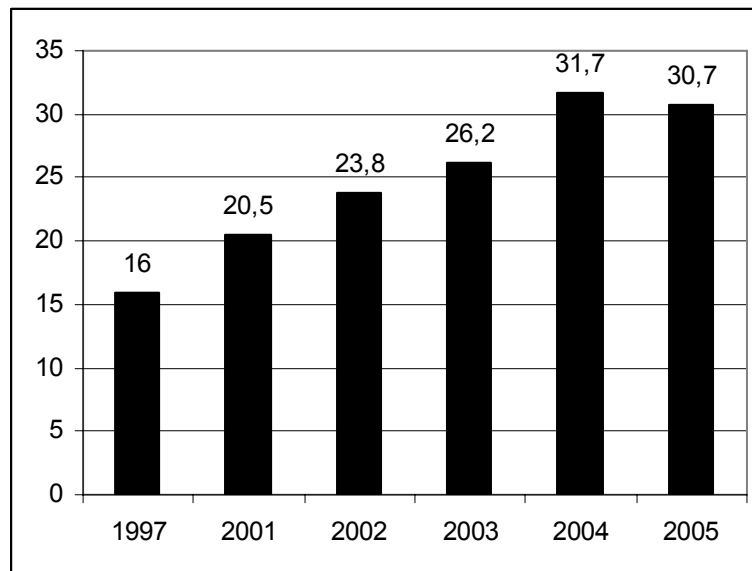
Les enquêtes de terrain permettent d'estimer avec fidélité le taux d'utilisation du téléphone cellulaire en main chez les conducteurs. Ces enquêtes sont souvent menées lors des périodes de clarté et le taux d'utilisation est mesuré à plusieurs intersections afin de garantir la fidélité des résultats. Les résultats d'une enquête nationale réalisée aux États-Unis indiquent que 6 % des conducteurs conversaient avec un téléphone en main en 2005, ce qui constitue une augmentation par rapport aux 3 % observés en 2000, 4 % en 2002 et 5 % en 2004 (Glassbrenner, 2004, 2005a, 2005b; Utter, 2001). Des résultats similaires furent obtenus au sein d'enquêtes menées dans d'autres États américains (Eby et Vivoda, 2003; Reinfurt *et coll.*, 2001; Salzberg, 2002).

Cependant, les taux rapportés dans les enquêtes américaines sont généralement plus élevés que ceux d'autres pays. À Perth (Australie de l'Ouest), le taux d'utilisation se situait à 1,5 % en 1998-99 et à 2 % en 2002-2004 (McEvoy *et coll.*, 2005; Horberry *et coll.*, 2001). Le cellulaire en main est illégal depuis 1988 à Melbourne dans l'État de Victoria (Australie). Taylor *et coll.* (2003) rapportent néanmoins un taux d'utilisation de 2 % en 2002. Cependant, les taux d'utilisation observés dans quatre grandes villes finlandaises étaient de 3 % au printemps 2003 et de 6 % au printemps 2004 (Rajalin *et coll.*, 2005), ce qui se rapproche des taux observés aux États-Unis.

4.2.2 Résultats des sondages téléphoniques et questionnaires auto-administrés

Aucune enquête de terrain n'a été réalisée au Québec et au Canada. Cependant, plusieurs sondages ont été réalisés. La Fondation de recherche sur les blessures de la route mène des sondages annuels sur les problématiques de sécurité routière. En 2002, Beirness *et coll.* ont effectué un sondage auprès de 1 207 Canadiens possédant un permis de conduire valide. Parmi ce nombre, 23,8 % ont admis avoir utilisé leur cellulaire en conduisant au cours des sept derniers jours. La Figure 2 montre également que le taux d'utilisation a presque doublé entre 1997 et 2005, passant de 16 à 30,7 % (Beirness, 2005). Les résultats de ces sondages montrent que les taux d'utilisation varient entre les provinces. Au Québec, 17,3 % des automobilistes avaient utilisé un cellulaire en conduisant au cours des sept derniers jours en 2002 comparativement à 25,8 % pour les provinces des prairies (Alberta, Manitoba, Saskatchewan).

Figure 2 Taux d'utilisation du cellulaire au volant entre 1997 et 2005 au Canada



Source : Beirness, D. (2005). Distracted Driving . The Role of Survey Research. Conférence internationale sur la distraction au volant .Toronto (ON).

Bien que l'utilisation du cellulaire au volant soit largement répandue chez les conducteurs canadiens, les utilisateurs fréquents seraient principalement des hommes, des célibataires, habiteraient en milieu urbain, auraient un revenu élevé, parcourraient plus de kilométrage pour le travail, auraient des contraventions à leur dossier et seraient plus susceptibles de conduire après avoir bu (Beirness, 2005).

Au Québec, la SAAQ a publié un sondage en décembre 2004 indiquant que 49 % des automobilistes québécois (N = 1150) utilisent un téléphone cellulaire. Parmi ces derniers, 58 % emploient leur cellulaire en conduisant, ce qui représente 28 % de tous les conducteurs. L'INSPQ a mené une autre enquête téléphonique en juin 2006. Ce sondage comportait des questions identiques à celles formulées par la Fondation de recherche sur les blessures de la route et la SAAQ pour des fins de comparaisons. Sur les 1 000 citoyens québécois sondés, 85 % détiennent un permis de conduire valide. De ce pourcentage, 47,2 % sont des utilisateurs de cellulaire (N = 472). Parmi les conducteurs utilisateurs, 41 % ont employé leur cellulaire en conduisant au cours des sept derniers jours. En comparant les pourcentages d'utilisateurs qui admettent en faire usage au volant des sondages de la SAAQ (58 %) et de l'INSPQ (41 %), on s'aperçoit que les utilisateurs de cellulaire au volant le font sur une base régulière, soit au moins une fois par semaine. Environ 17 % en feraient usage au volant moins d'une fois par semaine.

Afin de réaliser leur étude, Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003) ont envoyé par la poste un questionnaire à 175 000 automobilistes pour obtenir un échantillon représentatif de la population des titulaires de permis de conduire du Québec. Parmi les 36 078 automobilistes de leur échantillon, 35,2 % possédaient un cellulaire en 1999 (40,8 % des hommes et 25,4 % des femmes). Le taux de possession était de 2,5 % dans ce même échantillon en 1987

(Maag *et coll.*, 2006). Dans leur échantillon, 90 % des automobilistes utilisateurs de cellulaire en font usage lors de la conduite.

4.3 CELLULAIRE AU VOLANT ET OPINION PUBLIQUE

Deux principaux résultats ressortent des sondages réalisés auprès des Canadiens par rapport à l'utilisation du cellulaire au volant. Premièrement, la majorité des automobilistes canadiens et québécois considèrent que l'utilisation du cellulaire au volant est un problème de sécurité routière. Deuxièmement, la majorité des Canadiens et des Québécois estiment que l'utilisation du cellulaire au volant devrait être règlementée.

Les résultats de Beirness *et coll.* (2002) démontrent que 64 % des Canadiens considèrent problématique l'utilisation du cellulaire et cette tendance est plus marquée chez les femmes (69 %) que chez les hommes (57 %). Selon les données de Laberge-Nadeau *et coll.* (2003), les perceptions varient chez les utilisateurs et les non-utilisateurs de cellulaire. Une proportion de 70,1 % des hommes et 76,1 % des femmes non utilisateurs considèrent que l'utilisation du cellulaire nuit considérablement à la conduite tandis que ces proportions sont moindres chez les hommes et femmes utilisateurs; elles sont respectivement de 37,7 et 50,3 %. De plus, les automobilistes considèrent le cellulaire au volant potentiellement plus dangereux que les autres types de distractions. En effet, selon le Bureau de recherche sur les blessures de la route, les deux tiers des automobilistes canadiens considèrent le fait de parler au cellulaire au volant comme un problème grave ou très grave de sécurité routière alors que 2/5 perçoivent la distraction au volant comme grave ou très grave (Beirness, 2005). Des résultats similaires ressortent de l'étude de Laberge-Nadeau *et coll.* Écouter la radio et parler avec un passager sont considérés très nuisibles à la conduite respectivement par moins de 1 % et environ 2 % des automobilistes de leur échantillon.

Ces préoccupations ressortent également lorsque les automobilistes canadiens sont sondés par rapport à l'acceptation d'une loi interdisant le cellulaire en main. D'après les données du sondage de la Presse Canadienne (2001), 80,8 % des Canadiens sont favorables à ce que l'utilisation du téléphone cellulaire en main soit interdite au volant. Au Québec, cette proportion est de 85,7 %. En décembre 2004, 53 % des Québécois étaient d'avis que l'utilisation du cellulaire en conduisant ne devrait être permise qu'avec un système main libre alors que 38 % croyaient que son utilisation devrait être totalement interdite. En juin 2006, la situation avait légèrement changé. 49 % des répondants pensaient que l'utilisation devrait être totalement interdite et 44 % permise seulement avec un dispositif main libre (INSPQ, 2006).

4.4 SYNTHÈSE

Les données de l'ACTS démontrent que le nombre d'abonnées à un service de télécommunication sans fil a augmenté de manière exponentielle au cours des vingt dernières années. En effet, le nombre d'abonnés est passé de 6 000 à 17 016 032 entre 1985 et 2006. Selon Statistiques Canada, 64 % des ménages canadiens profitaient d'un service de télécommunication sans fil en 2006. Les télécommunications sans fil semblent

non seulement devenir partie intégrante de la vie des Canadiens, mais l'utilisation de tels services se répand dans divers contextes, ce qui inclut la conduite automobile.

Les derniers sondages de la Fondation de recherche sur les blessures de la route démontrent que le taux d'utilisation du cellulaire en conduisant est en hausse. En 1997, 16 % des conducteurs sondés avaient utilisé un cellulaire au volant au cours des sept derniers jours alors que ce taux se situait à 30,7 % en 2005 (Beirness *et coll.*, 2002; Beirness, 2005). En 2005 au Québec, 58 % des automobilistes utilisateurs de cellulaire ont admis utiliser leur cellulaire tout en conduisant (SAAQ, 2005). Un récent sondage de l'INSPQ (2006) montrait que les utilisateurs employaient leur cellulaire au volant sur base régulière. En effet, 41 % des automobilistes utilisateurs avaient fait usage de leur cellulaire en conduisant au cours des sept derniers jours. Il semble donc que la majorité des utilisateurs qui emploient leur cellulaire en conduisant le font sur une base régulière, soit au moins une fois par semaine.

Cette hausse dans les taux d'utilisation souligne non seulement la nécessité de se pencher sur les enjeux de sécurité routière liés à l'utilisation du cellulaire au volant, mais la population semble également préoccupée par ce comportement. Soixante-six pourcent (66 %) des Canadiens considèrent l'utilisation du cellulaire en conduisant comme un problème grave ou très grave de sécurité routière. Enfin, le sondage d'opinion le plus récent rapporte que plus de 93 % des Québécois croient que l'utilisation du cellulaire au volant devrait être réglementée et 49 % pensent que son usage devrait être totalement interdit (INSPQ, 2006).

5 MÉTHODOLOGIE

Pour établir le risque associé à l'utilisation du cellulaire et des autres télématiques au volant, il aurait été souhaitable d'utiliser les résultats des méta-analyses, des synthèses systématiques et les données des rapports de collision. Or, ces sources de données posent certains problèmes dans le cadre de cet avis. Premièrement, aucune recension de la littérature ne répond aux critères de la synthèse systématique des écrits, ce qui remet en question la validité des conclusions. Entre autres, les chercheurs ne documentent ni leur stratégie de repérage des documents, ni les critères d'inclusion et d'exclusion des études.

Deuxièmement, une analyse qui s'appuierait uniquement sur les rapports de police sous-estimerait le risque de collision lié au cellulaire. Les informations contenues dans les rapports de collisions ne permettent pas de calculer le pourcentage de cas où le cellulaire et la distraction sont en cause.

Troisièmement, seulement deux méta-analyses ont été publiées jusqu'à présent (Cain *et coll.*, 2004; Horrey et Wickens, 2004). Ces méta-analyses comportent deux principales limites. Leur stratégie de repérage est loin d'être optimale et bien documentée et les résultats ne permettent pas de répondre à l'ensemble des questions soulevées par cet avis. De surcroît, la méta-analyse n'est probablement pas la meilleure façon de synthétiser l'effet du cellulaire sur la conduite et le risque de collision. Afin de calculer l'effet global d'un facteur sur une variable dépendante, deux paramètres sont requis, soit un estimé de l'effet du facteur ainsi qu'un estimé de son erreur (Lipsey et Wilson, 2000; Wolf, 1986). Or, plusieurs études ne rapportent pas ces deux paramètres; la réalisation d'une méta-analyse des résultats impliquerait le rejet de nombreuses études. Enfin, le risque relatif (RR) de collision n'est pas toujours établi de la même méthode d'une étude à l'autre, ce qui empêche le calcul d'un effet global.

Cet avis présente donc une synthèse systématique de la littérature des effets de l'utilisation du cellulaire au volant sur la performance des conducteurs et leur risque de collision. La synthèse systématique utilise des méthodes rigoureuses pour repérer, évaluer et synthétiser les résultats d'un groupe d'études empiriques. Selon Johnson (2000 : 35), la synthèse systématique « pose un regard épidémiologique sur les sections de la méthodologie et des résultats d'une population spécifique d'études afin d'arriver à un consensus sur un thème de recherche (traduction libre) ». Cette approche propose des objectifs clairs ainsi que des critères d'inclusion et d'exclusion des études, documente sa stratégie de repérage des documents du monde entier, et spécifie les méthodes employées pour codifier et analyser les résultats des études (voir Johnson *et coll.*, 2000; Farrington et Welsh, 2001).

Cette recension systématique comporte toutefois une particularité : elle se base sur plusieurs populations d'études. Si la consultation des rapports permet d'estimer le pourcentage de collisions associées à la CFA et la vitesse, il en va autrement pour les cas impliquant le cellulaire au volant. À quelques exceptions près, les rapports de police des juridictions ne contiennent aucune case pour rapporter systématiquement la présence du cellulaire (Stutts *et coll.*, 2001 et 2002; Goodman *et coll.*, 1997 et 1999). Afin de palier à cette limite, toute étude permettant de documenter le lien entre l'utilisation du cellulaire, la performance

du conducteur, les infractions routières et le risque de collision est considérée. Dans une telle situation, la convergence des résultats de différents groupes d'études permet de se prononcer sur le risque associé à l'utilisation du cellulaire au volant (Simpson, 2005). Enfin, cette synthèse comporte certaines limites. Il s'agit d'une synthèse des études publiées en anglais et en français. De même, nous sommes conscients que les actes de colloque et les présentations orales sont probablement sous-représentés, car ils ne sont pas toujours indexés dans les bases de données. Finalement, les résultats et caractéristiques des études ont été codifiés par une seule personne.

5.1 STRATÉGIE DE REPÉRAGE DES ÉTUDES : MOTS CLÉS, EXPRESSIONS ET SOURCES DE DONNÉES

Les expressions suivantes ont été utilisées pour repérer les études :

- Car phone
- Cell phone
- Wireless phone
- Wireless communication
- Car distraction
- Driver distraction
- Distract* device
- Cellular phone
- In-vehicle telematic
- In-car telematic

Les expressions furent utilisées pour interroger les bases de données suivantes :

- TRIS/TRB Online (Transport Research Information Service - Transport Research Board)
- PUBMED
- Evidence Based Medicine Reviews (EBM) :
 - MEDLINE
 - CAB abstracts
 - Cochrane Database of Systematic Reviews
 - Cochrane Central Register of Control Trials
 - DARE (Database of Abstracts of Reviews of Effects)
 - ACP Journal Club
- CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Applied Health Literature)
- ERIC (Education Resources Information Center)
- HAPI (Health and Psychological Instruments)
- PsycInfo

Les résultats de l'étape du repérage sont présentés dans le tableau 1. La consultation des bases a permis d'identifier 2 105 documents. Le titre, les mots clés et le résumé de chaque document furent ensuite lus attentivement par un réviseur. Les études qui ne traitaient pas de la problématique de l'utilisation du cellulaire et des télématiques en conduisant furent exclues. 236 documents furent conservés pour une analyse plus approfondie.

Tableau 1 Résultats au repérage des documents

Sources	Documents trouvés avec les expressions	Documents considérés pour l'étude	Documents conservés en pourcentage
TRB – TRIS (Transport Research Board)	973	132	13,6 %
OVID : EBM reviews ACP journal Club Cochrane Controlled trials register Cochrane database of systematic reviews Database of abstracts of reviews of effectiveness, ERIC Health and psychosocial instruments Medline Medline in-process and other non-indexed citations OldMedline PsycINFO	62	51	82,3 %
Evidence Based Medicine Reviews (EBM) : MEDLINE CAB abstracts Cochrane Database of Systematic Reviews Cochrane Central Register of Control Trials DARE (Database of Abstracts of Reviews of Effects) ACP Journal Club	85	4	4,7 %
PUBMED	985	49	5,0 %
Total^a	2105	236	11,2 %

a : les doublons ne sont pas exclus du total.

Finalement, afin de maximiser la représentativité des études incluses dans l'avis, trois stratégies supplémentaires furent considérées. Dans un premier temps, les bibliographies des 236 études furent consultées afin de repérer les documents absents des bases de données. Dans un second temps, un comité d'experts fut mis sur pied pour aider au repérage des études et identifier les questions qui devaient être abordées par l'avis de santé publique. Finalement, les sites suivants ont été consultés : la Fondation de recherche sur les blessures de la route (TIRF), Transport Canada, Institut national de recherche en transport et leur sécurité (INRETS), AAA Foundation for Traffic Safety, CAA Foundation for Traffic Safety, et le Transport Research Board.

5.2 CRITÈRES D'INCLUSION DES ÉTUDES ET CODIFICATION DES RÉSULTATS ET CARACTÉRISTIQUES

L'étape du repérage a permis d'identifier quatre types d'études, soit les études expérimentales, les études épidémiologiques, les études évaluant l'effet des mesures de contrôle sur le taux d'utilisation du cellulaire en conduisant et les collisions routières, et d'autres documents variés tels des recensions des écrits, des études quantitatives diverses et des mémoires. Afin d'être considérées dans la synthèse systématique, les études devaient satisfaire à certains critères. La synthèse englobe essentiellement les études expérimentales, épidémiologiques et les évaluations des lois.

5.2.1 Critères d'inclusion et codification des études expérimentales

5.2.1.1 Critères d'inclusion

Lors de l'étape du repérage, 122 références d'études expérimentales furent répertoriées, ce qui inclut les doublons. Les études expérimentales évaluent principalement l'effet de l'utilisation du cellulaire au volant sur la performance de participants qui détiennent un permis de conduire valide. Dans ces études, la performance des participants est mesurée sous deux conditions, soit une condition témoin où les participants ne font que conduire et une condition expérimentale dans laquelle ils effectuent une tâche à l'aide d'un cellulaire ou d'une autre télématique. Afin d'assurer la validité des résultats, les études expérimentales devaient respecter certains critères afin d'être incluses dans la synthèse.

Premièrement, les études devaient évaluer l'effet du cellulaire sur un indicateur de performance de la conduite automobile. Il pouvait s'agir d'indicateurs tels que la vitesse moyenne, la position latérale du véhicule, le temps de réaction au freinage ou la consultation des instruments de bord. Le tableau 2 présente une liste détaillée des indicateurs de performance.

Deuxièmement, deux protocoles de recherche sont acceptés. Dans le premier, tous les participants conduisent dans les conditions témoins et expérimentales. Ainsi, les expérimentateurs mesurent les variations de la performance d'une condition à l'autre. Dans le second protocole, les participants sont randomisés dans les groupes témoins et expérimentaux. Les deux groupes réalisent les mêmes parcours routiers à une exception près; les participants du groupe expérimental utilisent un cellulaire ou une télématique en même temps. Dans les deux types de protocoles, la condition témoin impliquait uniquement la conduite. D'autres études ont toutefois mesuré les variations dans la performance sous différentes conditions expérimentales. C'est le cas de Iudice *et coll.* (2005) qui ont comparé les effets causés par l'utilisation du cellulaire, la conduite avec faculté affaiblie (CFA) et la fatigue sur la performance du conducteur. Ces études ne permettent pas d'établir si le cellulaire nuit à la conduite par rapport à la conduite sans distraction. Elles indiquent plutôt si l'utilisation du cellulaire affecte davantage la conduite que d'autres conduites à risque (voir également Wolffsohn *et coll.*, 1998; Mazzae *et coll.*, 2004; Salvucci, 2001). Les résultats de ces études ne peuvent pas être agglomérés aux autres, et seront analysés codifiés et analysés séparément au besoin.

Troisièmement, les études devaient respecter des critères liés aux analyses statistiques. L'ensemble des études expérimentales emploient l'analyse de variance (ANOVA). Cette méthode permet de déterminer si les moyennes de deux groupes ou plus sont similaires. Par exemple, la performance des participants peut être comparée lors des conditions expérimentales et témoins. Une statistique *F* avec un seuil critique inférieur à 0,05 signifie que les deux moyennes diffèrent significativement sur le plan statistique. Cependant, plusieurs études mesurent la performance du conducteur à plusieurs reprises ou sous différentes conditions. Ainsi, les chercheurs doivent réaliser des analyses de variance à mesures répétées pour assurer la validité des résultats⁵. Les études qui n'utilisent pas un tel schéma analytique lorsque celui-ci est nécessaire ne furent pas considérées pour la synthèse (voir Crawford *et coll.* [2001] pour un exemple). Finalement, les expérimentateurs devaient contrebalancer l'ordre d'administration des conditions expérimentales. Cette démarche assure que l'ordre d'administration des conditions n'influe pas sur les résultats aux indicateurs de performance.

Cinquante-trois (53) des 122 références furent retenues, ce qui exclut les nombreux doublons et les études qui ne répondent pas aux critères. Cette synthèse comprend plus du double d'études que les méta-analyses de Caird *et coll.* (2004) (n = 22) et de Horrey et Wickens (2004) (n = 16).

5.2.1.2 Codification des résultats et des caractéristiques des études expérimentales

Dans cet avis, la méthode du dénombrement systématique des effets est employée afin de mesurer objectivement l'effet du cellulaire sur la performance du conducteur (Cook *et coll.*, 1992). Cette méthode consiste à comptabiliser « le nombre de résultats statistiquement significatifs qui pointent dans une direction, combien sont neutres (c'est-à-dire aucun effet), et combien sont statistiquement significatifs dans l'autre direction ». (Traduction libre - Cook *et coll.*, 1992 : 4) Dans cet avis, nous faisons référence aux effets positifs, neutres et négatifs associés à l'utilisation du cellulaire en conduisant. Par exemple, si le groupe expérimental performe significativement moins bien que le groupe témoin, ce qui se traduirait par une moyenne « plus faible » à un indicateur (par exemple, un temps réaction au freinage plus élevé), cela compte pour un effet négatif. De même, s'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux moyennes, l'effet est neutre. Une fois que tous les effets sont comptabilisés, la catégorie (négative, neutre ou positive) qui comprend le plus d'observations permet de se prononcer sur la classe modale ou typique. Nous pourrions ainsi nous prononcer sur l'effet général du cellulaire sur la conduite.

⁵ Les ANOVA à mesures répétées permettent de vérifier le postulat de sphéricité et de calculer la variance attribuable aux blocs. Une ANOVA qui ne considère pas les temps de mesure risque de surestimer la variance expliquée par les variables (Vickers, 2003).

Une échelle ordinale à trois modalités fut créée afin de comptabiliser les résultats⁶. Chaque effet principal (chaque test F ou t) permettant de comparer les moyennes aux indicateurs de performance sous les conditions expérimentale et témoin recevait une des valeurs suivantes :

- 1 si le cellulaire entraînait une réduction significative de la performance,
- 0 s'il n'y avait pas de différence significative entre les performances des groupes témoin et expérimental, et
- -1 si le cellulaire améliore la performance du conducteur.

Le seuil critique de 0,05 fut utilisée pour classer les effets. C'est-à-dire que pour se retrouver dans les catégories « réduction de la performance » ou « amélioration de la performance », les valeurs des tests t ou F devaient atteindre le seuil critique de 0,05 à défaut de quoi l'effet était classé dans la catégorie des effets neutres. Même si 335 effets furent codifiés, il s'agit néanmoins d'un nombre conservateur. Plusieurs études comparent la condition témoin à deux conditions expérimentales, notamment une condition où le participant utilise un cellulaire en main et une autre où il fait usage d'un dispositif main libre. Or, une simple statistique F ne permet pas de savoir si les trois moyennes sont statistiquement différentes. Des tests à postériori (Tukey ou Scheffe par exemple) doivent alors être effectués pour déterminer si deux moyennes sont différentes. Ces tests ne sont pas présents dans toutes les études, ce qui motive notre décision de codifier un seul effet.

En plus du sens, chaque effet fut classé selon la typologie proposée par Shinar *et coll.* (2000) en raison de la grande variété d'indicateurs de performance. Tel qu'illustré dans le tableau 2, les indicateurs de performance cognitive, visuelle et biomécanique sont distingués. De plus, les indicateurs relatifs à la difficulté perçue de la tâche furent codifiés (par exemple, les résultats au NASA-TLX).

⁶ Tel que souligné auparavant, nous ne réalisons pas une méta-analyse des résultats, car plusieurs des paramètres requis dont les estimés de l'effet et de l'erreur ne sont pas toujours présentés. Notre stratégie vise à produire une synthèse représentative de la littérature. Il appert que certaines études ne rapportent pas systématiquement l'erreur de prédiction, mais sont tout de même rigoureuses. Notre démarche a aussi été utilisée, entre autres, par Weisburd *et coll.* (2001) pour codifier les résultats de programmes en prévention de la criminalité.

Tableau 2 Catégories d'indicateurs de performance

<p>Indicateurs de performance biomécanique</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Vitesse moyenne et variation dans la vitesse moyenne; ✓ Excès de vitesse; ✓ Position latérale du véhicule et variation dans la position latérale du véhicule (ce qui correspond à demeurer au centre de la voie); ✓ Distance intervéhiculaire et variation dans la distance intervéhiculaire (conserver la distance demandée par l'expérimentateur); ✓ Angle du volant (mesure les ajustements apportées lors de la conduite : plus la variation augmente, plus le conducteur apporte des ajustements); ✓ Temps pour réaliser le parcours.
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Indicateurs de performance visuelle ✓ Détection de stimuli de l'environnement routier – reconnaissance des images; ✓ Mouvements des yeux – périodes de fixation; ✓ Amplitude du champ visuel; ✓ Coups d'œil qui ne sont pas dirigés sur la route; ✓ Dilatation de la pupille; ✓ Consultation des instruments de bord.
<p>Indicateurs de performance cognitive</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Temps de réaction au freinage; ✓ Temps de réaction aux dangers routiers; ✓ Mauvaises décisions lors d'une situation potentiellement dangereuse; ✓ Interprétation des situations routières; ✓ Mémorisation de l'environnement routier.
<p>Indicateurs de difficulté perçue de la tâche</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ NASA-TLX; ✓ Rythme cardiaque; ✓ Autres instruments qui mesurent la difficulté subjective de la tâche.

Les caractéristiques suivantes furent colligées pour toutes les études : l'année de publication, le type de publication, le type de dispositif cellulaire (main libre ou en main), le contexte de l'expérimentation, l'âge moyen des participants, le nombre de participants, le nombre d'hommes et de femmes, le type de transmission, les années d'expérience de conduite des participants et la proportion d'utilisateurs de cellulaires dans l'échantillon. De plus, les tâches réalisées lors de la condition expérimentale furent décrites dans le détail.

5.2.1.3 Analyse des résultats des études expérimentales

Deux stratégies sont employées pour analyser les résultats. Premièrement, les effets positifs, neutres et négatifs sont tout d'abord dénombrés. Selon l'approche du dénombrement systématique, la catégorie qui contient le plus d'observations est employée pour établir l'effet du cellulaire sur la conduite automobile. Toutefois, les effets ne sont pas nécessairement indépendants les uns des autres. Il est probable qu'un participant qui performe faiblement aux indicateurs de performance visuelle ait un score plus faible aux indicateurs cognitifs. De plus, plusieurs indicateurs sont souvent employés pour mesurer une dimension de la conduite. Pour mesurer la performance visuelle par exemple, le nombre de saccades, la consultation des rétroviseurs et le temps de fixations sont souvent utilisés dans une même étude. Conséquemment, les résultats (les effets) de chaque étude furent agrégés en une moyenne. Cette moyenne représente donc la direction de l'effet. En ce sens, plus la moyenne se rapproche de 1, plus le cellulaire influe négativement sur la conduite tandis qu'un score qui se rapproche de -1 indique que le cellulaire améliore la conduite (une

moyenne aux alentours de 0 signifie que le cellulaire n'affecte pas significativement la performance).

Le calcul de cette moyenne s'inscrit dans notre deuxième stratégie d'analyse. Des tests sur des moyennes permettront d'une part de déterminer si l'effet moyen est différent du point central de notre échelle ordinale ($p \leq 0,05$) et de comparer l'effet du cellulaire selon différentes conditions de conduite. Par exemple, il sera possible de comparer les moyennes des effets selon le dispositif de cellulaire et de répondre à la question suivante : est-ce que le dispositif main libre distrait davantage que le « en main »? Weisburd *et coll.* (2001) ont utilisé une telle méthode afin de vérifier si les programmes de prévention de la criminalité permettent de réduire significativement la criminalité. En plus de démontrer que les programmes sont efficaces à contrer la criminalité, leur démarche a deux implications importantes. D'une part, cette démarche permet de comparer les résultats selon les caractéristiques des études (par exemple, selon protocole d'évaluation) et d'autre part, leurs conclusions rejoignent celles obtenues par les méta-analyses. Leurs conclusions demeurent valides, même si elles ne sont pas basées sur des effets globaux standardisés.

5.2.2 Critères d'inclusion pour les études épidémiologiques et codification de l'information

5.2.2.1 Critères d'inclusion

Dix-huit études épidémiologiques ont été retenues après un premier tri des références. Les études épidémiologiques devaient satisfaire un critère principal, soit traiter du lien entre l'utilisation du cellulaire et les traumatismes routiers. Les études épidémiologiques identifiées peuvent être classées en deux catégories.

Dans la première catégorie, on retrouve les études qui utilisent les informations des rapports d'accidents afin d'établir la proportion de collisions associées aux différentes distractions dont font partie le cellulaire et les télématiques dans les véhicules. Dix documents traitent de la prévalence du cellulaire dans les collisions. Dans les secondes catégories, on trouve 11 études qui calculent le RR de collision associé à l'utilisation du cellulaire en conduisant ou comparent les taux de collision des utilisateurs et non-utilisateurs de cellulaire. Parfois la variable indépendante est le fait d'être utilisateur de cellulaire (pas nécessairement en conduisant) alors que d'autres fois, il s'agit d'utiliser le cellulaire en conduisant. Certaines se retrouvent dans les deux catégories car elles traitent à la fois de la prévalence du cellulaire dans les collisions et du risque de collision associé à son utilisation (Violanti, 1997 et 1998; Lam, 2002).

5.2.2.2 Codification des résultats et des caractéristiques des études épidémiologiques

En raison de la variété des méthodes employées pour calculer le RR de collision associé au cellulaire, les résultats des 18 études sont analysés de manière descriptive. Des informations sont tout de même données sur le type d'étude, l'échantillon, la variable dépendante, les résultats et les risques associés aux autres facteurs. Encore une fois, la méthode du dénombrement des effets sera appliquée pour déterminer l'influence du cellulaire sur le risque de collision.

5.2.3 Études évaluatives des lois et des autres mesures qui règlementent l'utilisation du cellulaire au volant

Les études qui ont évalué l'effet des lois devaient satisfaire à deux critères. D'une part, elles devaient évaluer l'effet des lois sur les collisions ou le taux d'utilisation du cellulaire au volant, ainsi, plusieurs études traitant des coûts d'implantation ou de l'efficacité furent éjectées. D'autre part, les études devaient minimalement procéder à une comparaison avant/après afin de déterminer s'il y a eu un changement dans la variable dépendante des suites de l'introduction de la loi. En ce qui concerne ces études, une approche descriptive fut également employée. Une seule étude évalue l'effet d'une loi interdisant l'utilisation du dispositif en main sur les collisions routières (Royal Society for the Prevention of Accidents, 2002) et quatre études comparent les taux d'utilisation du cellulaire en main au volant avant et après l'introduction d'une loi interdisant l'utilisation du combiné main libre (McCartt et Geary, 2002; McCartt *et coll.*, 2004; Johal *et coll.*, 2005; Rajalin *et coll.*, 2005).

5.2.4 Autres documents consultés

Plusieurs revues de la littérature, mémoires, articles et sondages furent consultés pour mieux cibler et comprendre les enjeux de sécurité routière liés à l'utilisation du cellulaire et des autres télématiques en conduisant. Entre autres, deux études ont permis de documenter le lien entre la distraction et le risque de collisions dans un contexte réel de conduite. D'une part, Neale *et coll.* (2002) ont suivi 100 véhicules sur une période d'un an afin de documenter la relation entre les comportements routiers, les collisions et les situations à risque. Les véhicules étaient équipés d'ordinateurs et de caméras vidéo afin d'enregistrer et filmer l'information. D'autre part, Strayer (2005) a observé 1 748 conducteurs qui croisaient une intersection. Strayer a collecté deux informations, soit si le conducteur utilise un cellulaire et s'il s'immobilise à la ligne d'arrêt. Enfin, d'autres documents présentent aussi des mesures de contrôle susceptibles de réduire la distraction causée par le cellulaire. Cependant, ces mesures n'ont pas fait l'objet d'évaluation.

6 RÉSULTATS

Afin de documenter la problématique de l'utilisation du cellulaire et des autres télématiques lors de la conduite automobile, trois séries de résultats sont présentées. Ces séries de résultats suivent un ordre logique qui permet de faire les liens entre : 1) l'utilisation de tels dispositifs et la performance du conducteur, 2) l'utilisation de ces dispositifs et le risque de collision, 3) l'utilisation du cellulaire et des autres télématiques et les comportements à risque. Les mesures de contrôles font l'objet d'une section distincte (voir section 7).

La première section traite de l'influence du cellulaire et des autres télématiques sur la performance du conducteur telle que mesurée par les indicateurs biomécaniques, visuelles, cognitifs et de difficulté perçue. Afin de documenter cette relation, les résultats d'études expérimentales sont analysés. La seconde section présente les résultats des études épidémiologiques. Ces dernières s'intéressent au risque de collision associé à l'utilisation du cellulaire et d'autres dispositifs télématiques. La troisième section présente les résultats d'études jugées pertinentes, mais qui sont uniques en leur genre. Ces études permettent principalement d'observer les infractions routières et comportements à risque commis par le conducteur lors d'une conversation téléphonique.

6.1 RÉSULTATS DES ÉTUDES EXPÉRIMENTALES

Les résultats des études expérimentales sont présentés en deux temps. Il est tout d'abord question de l'effet produit par l'utilisation du cellulaire en conduisant sur la performance en général et sur les indicateurs de performance biomécaniques, cognitifs, visuels et de difficulté perçue de la tâche.

Ensuite, trois questions sont abordées à tour de rôle :

1. Est-ce que les dispositifs en main et main libre produisent les mêmes effets sur la performance?
2. Est-ce que l'utilisation du cellulaire produit le même effet que les autres instruments et télématiques de bord sur la performance?
3. Est-ce que la distraction causée par l'utilisation du cellulaire diminue avec l'usage? Observe-t-on un effet d'apprentissage?

6.1.1 Effet général du cellulaire sur la conduite

Les principaux résultats et les caractéristiques des expérimentations sont présentés dans le tableau 3. L'étape du repérage a mené à l'identification de 53 documents qui satisfassent aux critères d'inclusion et qui contiennent un total de 64 expérimentations. Les analyses se basent sur les résultats de ces 64 expérimentations, car ces dernières sont indépendantes les unes des autres. Au total, les 64 expérimentations contiennent 335 comparaisons entre les conditions témoins et expérimentales. Dans cette section, nos analyses se basent donc sur 335 effets.

Les études conservées ont été publiées entre 1969 et 2005 (dont 75,1 % après l'année 2000)⁷. Les articles scientifiques (publications dans des revues avec comité de lecture) comptent pour 78,1 % des documents trouvés tandis que les rapports de recherche et les actes de colloque représentent respectivement 15,6 et 6,3 % des documents.

Sur les 64 expérimentations, 59,4 % évaluent l'effet du cellulaire « main libre » seulement sur la performance du conducteur. 12,5 % des études évaluent l'effet du cellulaire « en main » seulement sur la performance tandis que 28,1 % des expérimentations s'intéressent aux deux types de dispositifs. Ainsi plus de 87 % évaluent l'effet du dispositif « main libre ». Quant au contexte de réalisation, 12,5 % des études ont été menées en laboratoire⁸, 56,3 % en simulateur de conduite, 9,4 % en circuit fermé et 21,9 % sur le réseau routier.

Trois caractéristiques des participants sont rapportées dans la majorité des études : le sexe (n = 58), l'âge (n = 52) et le nombre de participants (n = 64). En moyenne, les participants sont âgés de 31,6 ans (écart-type = 9,1). Les études comptent en moyenne 33,8 participants (écart-type = 45,6). La médiane de 24 est toutefois plus représentative comme mesure de tendance centrale, car la moyenne est affectée par la valeur d'une étude qui compte 350 participants. Enfin, 58 études spécifient le nombre d'hommes et de femmes. Le pourcentage de sexe masculin varie entre 30 et 100 % (moyenne = 58,1; écart-type = 16,4).

Pour analyser la relation entre l'utilisation du cellulaire en conduisant et la performance lors de la conduite, cet avis examine les 335 effets principaux. En moyenne, les expérimentations évaluent l'effet du cellulaire au volant sur un peu plus de cinq indicateurs de performance. Certaines études ont recours à un seul indicateur de performance (Consiglio *et coll.*, 2003; Cooper et Zheng, 2002; Golden *et coll.*, 2003) et d'autres utilisent jusqu'à 16 et 18 indicateurs (Ranney *et coll.*, 2004; Burns *et coll.*, 2002).

À l'exception des expérimentations de Spence et Reed (2003) et de Nunes et Recarte (2002-2), toutes les autres études rapportent une diminution de la performance lors de l'utilisation du cellulaire sur au moins un indicateur de performance. En fait, ces deux expérimentations n'observent aucune différence statistiquement significative entre la performance aux conditions témoin et expérimentale, ce qui est probablement attribuable à la petite taille de leur échantillon. L'étude de Spence et Reed (2003) compte huit participants et celle de Nunes et Recarte (2002-2) en comprend six.

La diminution de la performance des participants résulte de l'utilisation du cellulaire au volant par rapport à la condition témoin dans la majorité des cas. En effet, 66,3 % (n = 222) des 335 effets codifiés témoignent d'une détérioration statistiquement significative de la performance. D'autre part, 32,2 % (n = 108) des effets sont neutres et 1,5 % sont positifs.⁹ En utilisant la méthode du dénombrement du sens des effets (effets positifs, nuls et

⁷ Études et expérimentations sont utilisées de manière interchangeable tout au long du texte.

⁸ Les études en laboratoire sont aussi connues sous le nom de simulateurs qui reproduisent avec un minimum de réalité la condition de conduite (*low reality simulator*).

⁹ Ces résultats incluent les indicateurs pour la difficulté perçue de la tâche. En retirant ces indicateurs, les analyses se basent sur 314 effets et les résultats demeurent les mêmes : 65,3 % des effets sont négatifs, 33,1 % sont neutres et 1,6 % sont positifs.

négatifs), il apparaît que l'utilisation du cellulaire au volant entraîne une baisse significative de la performance des participants dans la majorité des cas. Cette conclusion est d'autant plus plausible que la majorité des études doivent souffrir d'une faible puissance statistique en raison de la petite taille de leur échantillon. Bien que les études ne rapportent pas les coefficients de puissance statistique des modèles, ces derniers devraient minimalement se situer au-delà de 0,50 et idéalement aux alentours de 0,80 (Cohen, 1988; Gelber et Zelen, 1985). Des expérimentations obtenant de tels coefficients maximisent leur chance de détecter des différences statistiquement significatives entre les résultats des deux groupes si le stimulus produit un effet sur la variable dépendante.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales

Auteurs/année de publication	Type de dispositif / contexte	Caractéristiques des participants	Tâches réalisées avec le cellulaire	Indicateurs de performance	Effets (positifs, neutres, négatifs)
Alm et Nilsson (1994)	Main libre/simulateur	X âge = 32,40 ans. N = 40 (20 hommes, 20 femmes) Minimum 5 ans expérience de conduite	Conversation « Test de Baddeley ». Identifier les phrases sensées et insensées.	10 indicateurs biomécaniques, 2 cognitifs et 1 difficulté perçue de la tâche.	7 effets neutres et 6 effets négatifs sur la performance.
Alm et Nilsson (1995)	Main libre/simulateur	X âge = 48,45 ans N = 40 (30 hommes, 10 femmes)	Conversation (<i>Working Memory Span Test</i>).	7 indicateurs biomécaniques, 1 cognitif et 1 difficulté perçue de la tâche.	6 effets neutres et 3 effets négatifs sur la performance.
Atchley et Dressel (2004)	Main libre/laboratoire	X âge = 23,20 ans. N = 30 (21 femmes, 9 hommes) 100 % utilisateurs de cellulaire	Conversation : donner un mot qui commence par la dernière lettre du mot lu par l'expérimentateur.	2 indicateurs cognitifs.	2 effets négatifs sur la performance.
Barkana <i>et coll.</i> (2004)	Main libre/laboratoire	X âge = 32,20 ans N = 41 (21 femmes, 20 hommes)	Conversation : questionnaire pour simuler conversation de tous les jours.	12 indicateurs visuels.	12 effets négatifs sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Briem et Hedman (1995)	Main libre/laboratoire	X âge = 34 ans N = 20 (10 femmes, 10 hommes) 40 % utilisateurs de cellulaire	Conversation (<i>Working Memory Span test</i>)	8 indicateurs biomécaniques et 1 collision.	3 effets négatifs et 5 neutres sur la performance.
Brookhuis et coll. (1991)	Main libre et en main/réseau routier	X âge = 44,00 ans N = 12 (2 femmes, 10 hommes)	Conversation : résoudre des additions (test PASAT).	3 indicateurs biomécaniques, 1 visuel, 1 cognitif et 1 difficulté perçue de la tâche.	4 effets négatifs, 1 positif et 1 nul sur la performance.
Brown et coll. (1969).	Main libre/circuit fermé	X âge = 39 ans N = 24 hommes 20 années en moyenne d'expérience de conduite. 1 participant a déjà utilisé un radio (CB).	Conversation : « Test de Baddeley ». Identifier les phrases sensées et insensées.	2 indicateurs biomécaniques, 5 visuels et 2 cognitifs.	4 effets négatifs et 5 neutres sur la performance.
Burns et coll. (2002)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 32 ans N = 20 (10 hommes, 10 femmes) 100 % utilisateurs de cellulaire	« Rosenbaum Verbal Cognitive Test Battery (résolutions de problèmes et rappels des phrases entendues).	11 indicateurs biomécaniques, 6 cognitifs, 1 difficulté perçue de la tâche.	12 effets négatifs et 6 effets neutres sur la performance.
Charlton (2004)	Main libre/simulateur	X âge = 28,43 ans N = 30 (17 femmes, 13 hommes)	Conversation : répéter des mots et trouver des rimes.	4 indicateurs visuels, 1 cognitif et 1 difficulté perçue de la tâche.	6 effets négatifs sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Consiglio <i>et coll.</i> (2003)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 21 ans N = 22 (11 femmes, 11 hommes) 77,30 % utilisateurs de cellulaire	Conversation sur des sujets de tous les jours à l'aide d'un questionnaire.	1 indicateur cognitif.	1 effet négatif.
Cooper et Zheng (2002)	Main libre/circuit fermé	X âge = 39,50 ans N = 39 (11 femmes, 28 hommes)	Conversation : exercice d'associations de mots.	1 indicateur sur les collisions potentielles.	1 effet négatif sur la performance.
De Ward et Brookhuis (2001)	En main/simulateur	X âge = 35 ans N = 20 14 ans d'expérience de conduite en moyenne	Trouver et composer un numéro de téléphoner à l'aide d'une liste programmée.	4 indicateurs biomécaniques et 1 difficulté perçue de la tâche.	5 effets négatifs sur la performance.
Fuse et Matsunaga (2001a)	En main/simulateur	N = 8 hommes Aucun utilisateur de cellulaire	Prendre un téléphone sur le siège passager lorsqu'il sonne et converser.	1 indicateur cognitif.	1 effet négatif sur la performance.
Fuse et Matsunaga (2001b)	En main/simulateur	N = 8 hommes Aucun utilisateur de cellulaire	Prendre un téléphone sur le siège passager lorsqu'il sonne et converser.	1 indicateur cognitif.	1 effet neutre sur la performance.
Fuse et Matsunaga (2001c)	En main/simulateur	N = 8 hommes Aucun utilisateur de cellulaire	Prendre un téléphone sur le siège passager lorsqu'il sonne et converser.	1 indicateur cognitif.	1 effet négatif sur la performance.
Golden <i>et coll.</i> (2003)	Main libre et en main/laboratoire	X âge = 30,10 ans N= 45 (24 femmes, 21 hommes)	Conversation de tous les jours.	1 indicateur visuel.	1 effet négatif sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Graham <i>et coll.</i> (2001)	Main libre et en main/simulateurs	X âge = 35,20 ans N = 48 (21 femmes, 27 hommes)	Composer un numéro de téléphone à l'aide de différents dispositifs.	2 indicateurs biomécaniques et 1 difficulté perçue de la tâche.	2 effets négatifs et 1 effet neutre sur la performance.
Green <i>et coll.</i> (1993)	Main libre et en main/réseau routier	X âge = 42 ans N = 8 (4 femmes, 4 hommes) Aucun utilisateur de cellulaire	1) Faire un appel, 2) écouter et prendre une décision 3) décrire quelque chose et 4) lister des choses (fruits ou villes)	8 indicateurs biomécaniques.	4 effets négatifs, 1 positif et 3 neutres sur la performance.
Gugerty <i>et coll.</i> (2004a)	Main libre/simulateur	X âge = 19,5 ans N = 29 Au moins 1 an d'expérience de conduite	Conversation : donner un mot qui débute par la même lettre que le mot précédent.	5 indicateurs cognitifs et 1 collision.	3 effets négatifs et 3 neutres sur la performance.
Gugerty <i>et coll.</i> (2004b)	Main libre/simulateur	X âge = 21,3 ans N = 39 Au moins 1 an d'expérience de conduite	Conversation : donner un mot qui débute par la même lettre que le mot précédent (rythme plus rapide que lors de « a »).	5 indicateurs cognitifs et 1 collision.	5 effets négatifs et 1 effet neutre
Haigney <i>et coll.</i> (2000)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 26,93 ans N = 30 (17 femmes, 13 hommes) 4,37 années d'expérience de conduite en moyenne 63 % sont utilisateurs de cellulaire	Conversation : « Test de Baddeley ». Identifier les phrases sensées et insensées.	6 indicateurs biomécaniques et 1 difficulté perçue de la tâche.	2 effets négatifs et 5 effets neutres.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Hancock <i>et coll.</i> (1999)	Main libre/circuit fermé	X âge = 36 ans N = 10 (5 femmes, 5 femmes)	Répondre au téléphone en appuyant sur une touche et reconnaître un numéro mémorisé au départ.	1 indicateur biomécanique et 2 cognitifs.	3 effets négatifs sur la performance.
Hancock <i>et coll.</i> (2003)	Main libre/circuit fermé	X âge = 44,43 ans N = 36 (17 femmes, 19 hommes) 25,75 années d'expérience de conduite en moyenne	Répondre au téléphone en appuyant sur une touche et reconnaître un numéro mémorisé au départ.	3 indicateurs biomécaniques et 2 cognitifs.	5 effets négatifs sur la performance.
Harbluk <i>et coll.</i> (2002)	Main libre/réseau routier	N = 21 (9 femmes, 12 hommes) 9,70 années d'expérience de conduite en moyenne	Mémorisation et identifications de numéros de téléphones mémorisés.	2 indicateurs cognitifs et 3 sur la difficulté perçue de la tâche.	5 effets négatifs sur la performance.
Horrey et Wickens (2004)	Main libre/simulateur	X âge = 22 ans N = 22 (8 femmes, 14 hommes)	Composer un numéro de 4, 7 ou 10 chiffres.	3 indicateurs biomécaniques et 1 visuel.	2 effets négatifs et 2 effets neutres.
ICBC (2001) et Cooper <i>et coll.</i> (2003)	Main libre/circuit fermé	X âge = 37,33 ans N = 41 (11 femmes, 30 hommes)	Conversation : « Test de Baddeley ». Identifier les phrases sensées et insensées.	6 indicateurs biomécaniques et 8 cognitifs.	14 effets négatifs sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Irwin <i>et coll.</i> (2000)	Main libre/laboratoire	X âge = 31,50 ans N = 16 (8 femmes, 8 hommes)	Conversation : répondre à des questions variées.	5 indicateurs biomécaniques.	2 effets négatifs et 3 effets neutres.
Ishida et Matsuura (2001)	Main libre et en main/circuit fermé	N = 50 (1 femme, 49 hommes) 4,32 années d'expérience de conduite en moyenne 42 % utilisateurs de cellulaire	Conversation : résoudre des équations mathématiques.	5 indicateurs biomécaniques, 5 visuels et 2 cognitifs.	7 effets négatifs et 5 neutres sur la performance.
Jenness <i>et coll.</i> (2002)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 28,50 ans N = 24 (14 femmes, 10 hommes) 11,94 années d'expérience de conduite 91,6 % utilisateurs de cellulaire	Composer un numéro de téléphone.	1 indicateur biomécanique et 2 visuels.	3 effets négatifs sur la performance.
Kubose <i>et coll.</i> (2004a)	Main libre/simulateur	X âge = 21,73 ans N = 48 (21 femmes, 27 hommes) 5,13 années d'expérience de conduite	Conversation : donner des directions et identifier le nom de bâtisses selon indications reçues.	2 indicateurs biomécaniques.	2 effets négatifs.
Kubose <i>et coll.</i> (2004b)	Main libre/simulateur	X âge = 20,20 ans N = 48 (28 femmes, 20 hommes) 3,96 années d'expérience de conduite	Conversation : donner des directions et identifier le nom de bâtisses selon indications reçues.	2 indicateurs biomécaniques.	2 effets négatifs sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Lamble <i>et coll.</i> (1999)	Main libre et en main/réseau routier	X âge = 22,70 ans N = 19 (9 femmes, 10 hommes) 2,38 années d'expérience de conduite	Composer un numéro et additionner les derniers chiffres mentionnés au téléphone.	1 indicateur biomécanique, 1 visuel et 2 cognitifs.	2 effets négatifs et 2 neutres sur la performance.
Laramée <i>et coll.</i> (2002)	Main libre/laboratoire	X âge = 55,50 ans N = 38 (23 femmes, 15 hommes)	Conversation : répondre à un questionnaire.	2 indicateurs visuels.	2 effets négatifs sur la performance.
Liu et Lee (2005)	Main libre/réseau routier	X âge = 35,20 ans N = 12 (6 femmes, 6 hommes) 4,20 années d'expérience de conduite 100 % utilisateurs de cellulaire	Conversation : 24 additions de deux chiffres.	3 indicateurs biomécaniques et 1 difficulté perçue de la tâche.	4 effets négatifs sur la performance.
Matthews <i>et coll.</i> (2003)	Main libre et en main/réseau routier	X âge = 36,60 ans N = 13 (4 femmes, 9 hommes). 5 années d'expérience de conduite minimum 100 % utilisateurs de cellulaire	Conversation : trouver des rimes avec les mots lus (<i>Modified Rhyme Test</i>).	1 indicateur sur la difficulté perçue de la tâche.	1 effet négatif sur la performance.
Mazzae <i>et coll.</i> (2000)	Main libre et en main/simulateur	N = 54 (27 hommes, 27 femmes) Minimum 6 années d'expérience de conduite 100 % utilisateurs de cellulaire	Composer un numéro de téléphone à l'aide de trois dispositifs.	1 indicateur sur la difficulté perçue de la tâche.	1 effet négatif sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

McKnight et McKnight (1991 et 1993)	Main libre/simulateur	X âge = 39 ans N = 151 33 % utilisateurs de cellulaire	Composer un numéro, résoudre des équations faciles et difficiles.	2 indicateurs cognitifs.	2 effets négatifs sur la performance.
McPhee et Scialfa (2004)	Main libre/laboratoire	X âge = 43,41 ans N = 32 (12 femmes, 20 hommes) 24,36 années d'expérience de conduite	15 questions oui/non. (<i>Logical memory test of the second and third editions of the Wechsler Memory Scale</i>).	2 indicateurs visuels et 3 cognitifs.	4 effets négatifs et 1 neutre sur la performance.
Nunes et Recarte (2002a)	Main libre/réseau routier	N = 6 (3 hommes, 3 femmes)	1) interview sur les habitudes de conduite et 2) faire un appel pour demander les conditions météo (numéro préprogrammé).	1 indicateur de la difficulté perçue de la tâche.	1 effet neutre.
Nunes et Recarte (2002b)	Main libre/réseau routier	N = 6 (3 hommes, 3 femmes)	1) interview sur les habitudes de conduite et 2) faire un appel pour demander les conditions météo (numéro préprogrammé).	1 indicateur visuel et 2 cognitifs.	3 effets neutres sur la performance.
Nunes et Recarte (2002c)	Main libre/réseau routier	N = 12 (6 femmes, 6 hommes)	1) convertir des dollars en euros et 2) se rappeler où ils étaient à 15h il y a 3 jours.	9 indicateurs visuels et 1 difficulté perçue de la tâche.	9 effets négatifs et 1 neutre sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Nunes et Recarte (2002d)	Main libre/réseau routier	N = 12 (6 femmes, 6 hommes)	1) convertir des dollars en euros et 2) se rappeler où ils étaient à 15h il y a 3 jours.	9 indicateurs visuels et 1 difficulté perçue de la tâche.	9 effets négatifs et 1 neutre sur la performance.
Parkes et Hooijmeijer (2000)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 24 ans N = 15 Au minimum, 3 années d'expérience de conduite	Conversation : mémorisation de chiffres et de lettres et résolutions de problèmes mathématiques et de logique.	5 indicateurs biomécaniques et 9 cognitifs.	8 effets négatifs et 6 effets neutres.
Patten <i>et coll.</i> (2004)	Main libre et en main/réseau routier	X âge = 39,60 ans N = 40 (8 femmes, 32 hommes)	Répondre au téléphone et conversation : additions et répétitions de chiffres.	1 indicateur cognitif.	1 effet négatif.
Radebord <i>et coll.</i> (1999)	Main libre/simulateur	X âge = 33,60 ans N = 20 (10 femmes, 10 hommes) 13,50 années d'expérience de conduite en moyenne	Conversation : « Test de Baddeley ». Identifier les phrases sensées et insensées.	2 indicateurs cognitifs.	2 effets négatifs.
Rakauskas <i>et coll.</i> (2004)	Main libre/simulateur	X âge = 20,40 ans N = 24 (12 femmes, 12 hommes) 4,70 années d'expérience de conduite	Conversations de deux niveaux de difficultés (1 = questions faciles -brèves réponses et, 2 = questions difficiles - questions à développement - réflexion).	4 indicateurs biomécaniques, 2 cognitifs et 1 difficulté perçue de la tâche.	4 effets négatifs et 3 effets neutres.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Ranney <i>et coll.</i> (2004)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 38,00 ans N = 12 (6 hommes, 6 femmes) 100 % utilisateurs de cellulaire	« Test de Baddeley ». Identifier les phrases sensées et insensées.	12 indicateurs biomécaniques et 4 cognitifs.	4 effets négatifs, 2 positifs et 10 neutres sur la performance.
Recarte et Nunes (2003)	Main libre/réseau routier	X âge = 23,40 ans N = 12 (6 femmes, 6 hommes) 4,80 années d'expérience de conduite	Conversation : écouter deux messages pour en faire un résumé et donner des indications.	6 indicateurs visuels et 1 cognitif.	2 effets négatifs et 5 neutres sur la performance.
Reed et Green (1999a)	En main/réseau routier	X âge = 42 ans N = 12 (6 hommes, 6 femmes)	Composer un numéro de téléphone de 11 chiffres.	3 indicateurs bio-mécaniques.	3 effets négatifs sur la performance.
Reed et Green (1999b)	En main/simulateur	X âge = 42 ans (6 femmes, 5 hommes)	Composer un numéro de téléphone de 11 chiffres.	3 indicateurs bio-mécaniques.	3 effets négatifs sur la performance.
Salvuci (2001)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 25 ans N = 11 (5 femmes, 6 hommes) 2 années minimum d'expérience de conduite 63,60 % utilisateurs de cellulaire	Composer un numéro de téléphone et confirmer que c'est la bonne personne qui a été rejointe.	2 indicateurs bio-mécaniques.	2 effets négatifs sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Shinar et Tractinsky (2004)	Main libre/simulateur	X âge = 38,67 ans N = 30 (9 femmes, 21 hommes) 15,67 années d'expérience de conduite 100 % utilisateurs de cellulaire	2 types de conversations : 1) opérations mathématiques et 2) conversation émotive.	5 indicateurs bio-mécaniques et 1 cognitif.	2 effets négatifs, 1 positif et 3 neutres sur la performance.
Slick <i>et coll.</i> (2004)	En main/simulateur	X âge = 17 ans N = 62 (31 femmes, 31 hommes)	Répondre à un appel et préparer de la nourriture (enlever le couvercle d'un breuvage ou ouvrir un sac de chip).	2 indicateurs bio-mécaniques et 1 difficulté perçue de la tâche.	2 effets neutres et 1 négatif sur la performance.
Spence et Read (2003)	Main libre/simulateur	X âge = 31 ans N = 8 (4 femmes, 4 hommes)	Répéter une série de mots.	7 indicateurs bio-mécaniques et 2 cognitifs.	9 effets neutres.
Strayer <i>et coll.</i> (2004-1)	Main libre/simulateur	N = 64	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	4 indicateurs biomécaniques et 1 difficulté perçue de la tâche.	2 effets négatifs et 3 neutres sur la performance.
Strayer <i>et coll.</i> (2004-2)	Main libre et en main/simulateur	X âge = 26 ans N = 41 (15 femmes, 26 hommes)	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	1 indicateur biomécanique, 2 cognitifs et 1 collision.	4 effets négatifs sur la performance.

Tableau 3 Résumé des études expérimentales (suite)

Strayer <i>et coll.</i> (2003a)	Main libre/simulateur	X âge = 23,60 ans N = 40 (22 femmes, 18 hommes) 57,50 utilisateurs de cellulaire	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	1 indicateur biomécanique et 3 cognitifs.	4 effets négatifs sur la performance.
Strayer <i>et coll.</i> (2003b)	Main libre/simulateur	X âge = 20,10 ans N = 20 (9 femmes, 11 hommes) 57,50 % utilisateurs de cellulaire	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	1 indicateur visuel.	1 effet négatif sur la performance.
Strayer <i>et coll.</i> (2003c)	Main libre/simulateur	X âge = 20,60 ans N = 20 (5 femmes, 15 hommes) 75 % utilisateurs de cellulaire	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	3 indicateurs visuels.	1 effet négatif et 2 neutres sur la performance.
Strayer <i>et coll.</i> (2003d)	Main libre/simulateur	X âge = 19,60 ans N = 30 (13 femmes, 17 hommes)	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	1 indicateur visuel.	1 effet négatif sur la performance.
Strayer et Drews (2004)	Main libre/simulateur	X âge = 45 ans N = 40 (20 femmes, 20 hommes)	Conversation sur un sujet prédéterminé à l'aide d'un questionnaire.	2 indicateurs bio-mécaniques et 2 cognitifs.	4 effets négatifs sur la performance.
Strayer et Johnson (2001)	Main libre et en main/laboratoire	X âge = 21,30 ans N = 48 (24 femmes, 24 hommes)	Questions sur les accusations portées contre Bill Clinton ou les Jeux olympiques de South Lake City.	1 indicateur visuel et 1 cognitif.	2 effets négatifs sur la performance.
Tirbovich et Harbluk (2003)	Main libre / réseau routier	N = 20	Équations mathématiques faciles et difficiles.	3 indicateurs visuels.	2 effets négatifs et 1 neutre sur la performance.
Woo et Lin (2001)	En main / simulateur	X âge = 32,93 ans N = 350 (120 femmes, 230 hommes)	Composer un numéro de téléphone.	5 indicateurs cognitifs.	5 effets négatifs sur la performance.

Note : Les lettres (a, b, c, d) distinguent les expérimentations incluses dans un même document.

Les chiffres (par exemple, 2002-1 et 2002-2) signifient qu'un auteur a publié plus d'une étude une même année.

6.1.1.1 Utilisation du cellulaire et performance aux tâches cognitives

Trente-cinq des 64 expérimentations de cette synthèse ont analysé l'effet du cellulaire sur des indicateurs cognitifs de performance. Sur les 335 effets, 28,1 % (n = 94) des effets réfèrent à une tâche primaire cognitive. Le dénombrement systématique des effets démontre que l'utilisation du cellulaire au volant détériore significativement la performance aux tâches cognitives reliées à la conduite d'un véhicule à moteur : 81,9 % (N = 77) des 94 effets sont négatifs, 17 effets sont neutres et aucun effet positif ne fut répertorié.

Le tableau 4 présente l'effet du cellulaire sur la conduite lorsque la moyenne est employée. D'après ces résultats, l'utilisation du cellulaire en conduisant se traduit par une détérioration importante de la performance aux tâches cognitives comme en témoigne une moyenne de 0,82 significativement différent de 0 (t [dl = 34] = 14,19; p < 0,01).

Deux types de tâches cognitives furent également distingués lors de la codification des résultats, soit le temps de réaction et l'exactitude du jugement. Les participants mettent plus de temps à réagir à une situation (t [dl = 29] = 10,88; p < 0,01) (ex. : freiner ou prendre une décision lors d'une situation à risque) et ont plus de difficulté à prendre une décision adaptée à la situation (t [dl = 15] = 27,21; p < 0,01) (ex. : effectuer un virage à gauche lorsque des voitures viennent en sens inverse ou appuyer sur le frein lorsqu'un piéton traverse la voie) comme en témoignent des moyennes respectives de 0,78 et 0,95.

Tableau 4 Effet du cellulaire sur les tâches cognitives reliées à la conduite d'une automobile

	Effet moyen sur les tâches cognitives	Effet moyen sur le temps de réaction	Effet moyen sur l'exactitude du jugement
Nombre d'études incluant ce type d'indicateurs	35	30	16
Moyenne arithmétique	0,82	0,78	0,95
Médiane	1,00	1,00	1,00

6.1.1.2 Utilisation du cellulaire et performance aux tâches biomécaniques

La moitié (n = 32) des 64 expérimentations évaluent l'effet du cellulaire au volant sur la performance aux tâches biomécaniques et totalisent 137 effets. De ce nombre, 66 (48,2 %) ont un impact négatif sur la performance, 66 (48,2 %) sont neutres et 5 (3,6 %) sont positifs. Le dénombrement systématique montre que l'utilisation du cellulaire en conduisant se traduit environ une fois sur deux par une baisse de la performance aux tâches biomécaniques .

Les résultats du tableau 5 démontrent également que l'utilisation du cellulaire se traduit par une réduction marquée de la performance aux diverses tâches biomécaniques. L'effet moyen de 0,56 établit que l'utilisation du cellulaire au volant entraîne une baisse significative de la performance aux tâches biomécaniques dans plus de 50 % des cas (t [dl = 31] = 7,63;

$p < 0,01$). De manière plus précise, l'utilisation du cellulaire affecte davantage la capacité des participants à maintenir la vitesse demandée (effet moyen = 0,62) (t [dl = 21] = 6,17; $p < 0,01$) que leur capacité à contrôler le véhicule (effet moyen = 0,53) (t [dl = 29] = 6,20; $p < 0,01$).

Tableau 5 Effet du cellulaire sur les tâches biomécaniques reliées à la conduite d'une automobile

	Effet moyen sur les tâches biomécaniques	Effet sur la capacité à maintenir la vitesse demandée	Effet moyen sur le contrôle de la position du véhicule
Nombre d'études incluant ce type d'indicateurs	32	22	30
Moyenne arithmétique	0,56	0,62	0,53
Médiane	0,48	1,00	0,50

6.1.1.3 Utilisation du cellulaire au volant et performance aux tâches visuelles

Vingt des 64 expérimentations étudient la relation entre l'utilisation du cellulaire au volant et la performance aux tâches primaires visuelles. Le dénombrement systématique des effets montre que le cellulaire affecte négativement la performance des participants lors de la réalisation des tâches visuelles primaires. Les $\frac{3}{4}$ des effets (58/77) sont négatifs alors que 19 sont neutres et aucun n'est positif. Les moyennes globales calculées à partir des scores moyens de chaque étude sont rapportées dans le tableau 6. La moyenne de 0,80 démontre que l'utilisation du cellulaire en conduisant entraîne une réduction significative de la performance aux tâches visuelles (t [dl = 19] = 12,03; $p < 0,01$).

Tableau 6 Effet du cellulaire sur les tâches visuelles reliées à la conduite d'une automobile

	Effet moyen sur les tâches visuelles	Effet moyen sur la détection de stimuli/objets	Effet moyen sur la consultation des instruments de bord	Effet moyen sur l'amplitude du champ visuel
Nombre d'études incluant ce type d'indicateurs	20	7	8	13
Moyenne arithmétique	0,80	0,62	0,81	0,59
Médiane	1,00	0,50	1,00	0,67

Ce résultat vaut également lorsque les tâches visuelles primaires sont divisées en trois catégories distinctes, soit la détection de stimuli, la consultation des instruments de bord et l'amplitude du champ visuel. La moyenne de 0,81 montre que les participants consultent moins les instruments de bord lorsqu'ils utilisent le cellulaire (t [dl = 7] = 6,18; $p < 0,01$). Bien que les effets moyens soient un peu plus faibles, l'utilisation du cellulaire au volant influe négativement sur la capacité des participants à détecter des stimuli (t [dl = 6] = 4,16; $p < 0,01$) et réduit significativement leur champ de vision (t [dl = 12] = 4,79; $p < 0,01$) comme en témoignent des moyennes respectives de 0,81 et 0,51.

6.1.1.4 Utilisation du cellulaire et difficulté perçue de la tâche de conduite

La difficulté perçue de la tâche est un concept central aux théories du risque. Selon la théorie de l'homéostasie du risque par exemple, une augmentation dans la difficulté perçue d'une situation amènerait le conducteur à ajuster sa conduite afin de conserver le même niveau de risque (voir Wilde, 1988 et 1994). Il ne devrait donc pas y avoir de différence dans la performance des conducteurs entre les conditions expérimentales et témoin, ce qui est déjà démenti par les résultats présentés précédemment. Toutefois, selon cette même théorie, la performance devrait être plus élevée dans les études où les participants ont conscience du fait que le cellulaire augmente la difficulté de la tâche. Autrement dit, la détérioration de la performance devrait être moins marquée dans les études où les participants trouvent la tâche expérimentale plus difficile.

Effets moyens aux indicateurs de difficulté perçue de la tâche

Dix-neuf études évaluent la difficulté perçue de la tâche à l'aide de questionnaires remplis par les participants après l'expérimentation. Ces études totalisent 21 effets et démontrent que les participants considèrent généralement que l'utilisation du cellulaire augmente la difficulté de la tâche de conduite : 81,0 % des effets sont négatifs (N = 17) et quatre effets sont neutres (19,0 %). Les quatre effets neutres se retrouvent à l'intérieur de deux documents qui totalisent quatre expérimentations (Nunes et Recarte, 2002; Strayer *et coll.*, 2004a). La moyenne des effets se situe à 0,79. Les participants aux expérimentations considèrent généralement que l'utilisation du cellulaire accroît de manière significative la difficulté de la tâche de conduite ($t [17] = 7,71; p < 0,01$).

Relation entre la difficulté perçue de la tâche et la performance

Afin d'approfondir la compréhension du lien entre la difficulté perçue de la tâche et la performance, les études furent classées en deux groupes, soit celles qui rapportent une augmentation significative dans la difficulté perçue de la tâche et celles qui n'en rapportent pas. La performance moyenne des deux groupes fut ensuite comparée. Bien que la détérioration de la performance moyenne soit moins élevée au sein des études qui ne rapportent pas d'augmentation de la difficulté perçue (respectivement 0,55 et 0,71), cette différence n'est pas statistiquement significative ($t [dl = 16] = 0,92; p = 0,37$).

Ce résultat n'appuie pas la proposition de la théorie de l'homéostasie du risque selon laquelle les conducteurs cherchent à maintenir un niveau de risque constant en adaptant leur conduite en fonction de la difficulté perçue de la tâche. Bien que les participants soient conscients que la réalisation d'une tâche secondaire soit plus difficile, ces derniers ne modifient pas leur comportement (Lesch et Hancock, 2004). Cependant, seulement 19 études sur les 64 ont permis d'investiguer le lien entre la difficulté perçue et la performance, ce qui pose un problème de puissance statistique. Néanmoins, ces 19 études sont similaires aux 45 autres, ce qui indique que le résultat au test t n'est pas attribuable aux caractéristiques des études. Ces 19 expérimentations sont identiques aux autres sur le plan de la moyenne des effets, de l'âge moyen des participants de l'échantillon, du pourcentage d'hommes dans l'échantillon, du nombre d'indicateurs de performance, du type de publication, du dispositif de cellulaire employé lors de l'expérimentation et de son contexte.

6.1.1.5 Utilisation du cellulaire et risque de collision dans les expérimentations

Le but premier des études expérimentales est d'évaluer l'effet de l'utilisation du cellulaire sur la performance. Six expérimentations ont néanmoins inclus des indicateurs de collisions (Briem et Hedman, 1995; Cooper et Zheng, 2002; Gugerty *et coll.*, 2004; Shinar et Tractinsky, 2004; Strayer *et coll.*, 2004a). Ces indicateurs varient d'une étude à l'autre. Il peut s'agir tout simplement du nombre de collisions, de l'aptitude à éviter les collisions ou le nombre de collisions où le véhicule du participant frappe un autre véhicule à l'arrière (*rear-end collisions*)

Toutes ces études ont été faites en simulateur de conduite ou en laboratoire à l'exception de Cooper et Zheng (2002) qui ont réalisé leur expérimentation en circuit fermé. Dans cette dernière, le fait de dépasser une ligne d'arrêt constitue une collision avec un véhicule immobilisé. Ces études contiennent six indicateurs de collisions. Quatre expérimentations rapportent un nombre moyen de collisions plus élevé dans la condition expérimentale que témoin ($p < 0,05$) alors que deux autres n'observent aucune différence entre les deux conditions. Bien que le nombre d'expérimentations soit limité, l'utilisation du cellulaire en conduisant augmenterait significativement la probabilité d'avoir un accident.

6.1.2 Questions spécifiques à l'utilisation du cellulaire lors des expérimentations

Nos analyses démontrent jusqu'à présent que l'utilisation du cellulaire au volant détériore significativement la performance lors de la conduite. Or, plusieurs questions nécessitent néanmoins d'être abordées. Par exemple, certains postulent que l'emploi d'un dispositif « main libre » est sécuritaire tandis que d'autres avancent que l'effet du cellulaire varierait selon les tâches secondaires réalisées (Wickens, 1984; Horrey et Wickens, 2004). Par exemple, si la conversation nécessite uniquement des ressources cognitives, il ne devrait pas y avoir de conséquence sur les tâches primaires biomécaniques qui consistent à manipuler les instruments servant au contrôle du véhicule. Ces questions sont traitées à tour de rôle à l'aide des résultats des études expérimentales.

6.1.2.1 Effets respectifs des dispositifs « en main » et « main libre » sur la performance

L'analyse des effets respectifs des dispositifs « main libre » et « en main » revêt une importance cruciale en raison des législations. Plusieurs juridictions ont interdit l'utilisation du dispositif « en main » mais ont permis le dispositif « main libre ». En fait, l'efficacité des lois autorisant le cellulaire « main libre » reposerait sur la prémisse que le cellulaire est avant tout une source de distraction biomécanique. Pour d'autres, l'utilisation du cellulaire en conduisant serait avant tout une source de distraction cognitive (Briem et Hedman, 1995; Strayer *et coll.*, 2004a). L'effet de la manipulation du cellulaire sur la conduite serait minime. La conversation serait la principale source de distraction.

Cette section répond donc à deux questions : 1) Est-ce que les deux types de dispositifs affectent la conduite automobile de la même manière? 2) Est-ce qu'il existe une relation

entre la performance aux tâches primaires de conduite et la tâche réalisée lors de l'utilisation du cellulaire?

A la première question, les résultats du tableau 7 établissent que les deux types de dispositifs produisent principalement des effets négatifs sur la performance. Dix-neuf (19) des 22 (86,3 %) effets colligés au sein des études qui évaluent uniquement le « en main » sont négatifs et trois sont neutres. De même, dans les études se penchant uniquement sur le « main libre », 67,9 % (n = 142) des effets sont négatifs, 31,6 % (n = 66) sont neutres et un seul effet est positif. Finalement, les 18 études qui examinent l'effet des deux dispositifs établissent que 58,7 % sont négatifs (n = 61), 37,5 % (n = 39) sont neutres et 3,8 % (n = 4) sont positifs.

Tableau 7 Dénombrement des effets négatifs, neutres et positifs selon le dispositif de cellulaire

	Effets négatifs	Effets neutres	Effets positifs	Nombre total d'effets (nombre d'études)
En main	19 (86,4 %)	3 (13,6 %)	0 (0,0 %)	22 (8)
Main libre	142 (67,9 %)	66 (31,6 %)	1 (0,5 %)	209 (38)
Les deux	61 (58,7 %)	39 (37,5 %)	4 (3,8 %)	104 (18)

Les résultats du tableau 8 supportent également la position selon laquelle les deux types de dispositifs détériorent la conduite de manière similaire. Le test de Kruskal-Wallis démontre que les effets moyens sont similaires entre les dispositifs (khi-deux = 0,87 [2]; p = 0,65)¹⁰. Les effets moyens pour le dispositif en main et le dispositif main libre sont respectivement de 0,79 et de 0,72.

Tableau 8 Effets moyens selon le dispositif de cellulaire

	N	Effet moyen	Médiane
En main	8	0,79	1,00
Main libre	38	0,72	0,90
Les deux	18	0,74	0,83

Malgré l'accumulation des preuves qui montrent que les deux dispositifs produisent des effets négatifs identiques sur la conduite automobile, certains pourraient avancer que l'effet du cellulaire sur la conduite serait fonction de la nature des tâches primaires et secondaire. C'est-à-dire que les tâches secondaires et primaires devraient nécessairement solliciter les mêmes ressources (par exemple, les ressources biomécaniques) pour qu'une détérioration de la performance survienne (Wickens, 1984; Horrey et Wickens, 2004).

¹⁰ Le test de Kruskal-Wallis se base sur le rang moyen au lieu de la moyenne arithmétique. Ce test est employé lorsque les postulats de l'analyse de variance ne sont pas respectés. Le seuil critique est déterminé à l'aide d'une distribution du khi-deux.

Les résultats du tableau 9 n'appuient cependant pas cette dernière hypothèse. En effet, aucune des différences n'est statistiquement significative comme en témoignent les valeurs obtenues aux tests du khi-carré. Les effets moyens ne semblent pas varier selon le type de cellulaire. Les résultats montrent plutôt que, indépendamment du dispositif, l'utilisation du cellulaire en conduisant affecte négativement l'ensemble des tâches requises à la conduite automobile. La tâche biomécanique supplémentaire requise pour manipuler le dispositif en main ne semble pas affecter la performance outre mesure. Ces résultats suggèrent plutôt que le cellulaire produit principalement de la distraction cognitive, ce qui affecte l'ensemble de la performance en raison de l'interdépendance des tâches requises à la conduite (Evans, 2004; Briem et Hedman, 1995; Strayer *et coll.*, 2004-2).

Tableau 9 Effets moyens selon le dispositif et la nature de la tâche primaire

	Dispositif	N	Moyenne des effets	Médiane
Effet sur les tâches biomécaniques	En main	4	0,75	1,00
	Main libre	16	0,64	0,88
	Les deux	12	0,42	0,39
	Khi-deux = 2,23 (dl = 2) ; p = 0,33			
Effet sur les tâches visuelles	En main ^a	0	---	---
	Main libre	14	0,81	1,00
	Les deux	6	0,77	1,00
	Khi-deux = 0,04 (dl = 1) ; p = 0,85			
Effet sur les tâches cognitives	En main	4	0,75	1,00
	Main libre	21	0,79	1,00
	Les deux	10	0,91	1,00
	Khi-deux = 0,79 (dl = 2) ; p = 0,68			

a : cette catégorie n'est pas incluse dans le calcul.

6.1.2.2 Effets du cellulaire par rapport aux autres sources de distraction : télématiques et instruments de bord

Les résultats démontrent jusqu'à présent que l'utilisation du cellulaire en conduisant se traduit par une réduction de la performance à l'ensemble des tâches primaires, indépendamment du dispositif de cellulaire. Toutefois, l'utilisation du cellulaire n'est probablement pas la seule source de distraction. D'une part, les passagers et la radio constituent d'autres sources de distractions auditives et cognitives. D'autre part, les constructeurs automobiles intègrent de plus en plus d'équipements et de télématiques à leurs véhicules susceptibles de distraire les conducteurs (Beirness *et coll.*, 2002).

Cette section aborde donc deux questions. Premièrement, est-ce que tout type de stimulus auditif, que ce soit une conversation avec un passager ou au cellulaire ou l'écoute de la radio, produit les mêmes effets sur la conduite? Deuxièmement, est-ce que le cellulaire et les autres télématiques de bord produisent les mêmes effets sur la performance de conduite? La recension systématique de la littérature a permis d'identifier huit études qui traitent des effets des autres télématiques et sources de distraction cognitive. Ces huit études comptent d'ailleurs très peu d'indicateurs de performance. Conséquemment, les résultats des études sont analysés de manière descriptive.

Comparaison des effets produits par l'utilisation du cellulaire et l'écoute de la radio

Les résultats des cinq études qui ont comparé les effets de la radio et du cellulaire suggèrent que l'utilisation du cellulaire affecte davantage la conduite que l'écoute de la radio.

Ishida et Matsuura (2001) ont réalisé une expérimentation en circuit fermé. Les 50 participants ont conduit sous quatre conditions : 1) conduire seulement, 2) conduire tout en écoutant les nouvelles à la radio, 3) conduire en utilisant un cellulaire en main et 4) conduire en utilisant un cellulaire main libre. Les participants solutionnent des problèmes mathématiques lors des conversations téléphoniques. De manière générale, leurs résultats démontrent que l'utilisation du cellulaire produit davantage de distraction qu'écouter la radio et que dans la majorité des cas, écouter la radio n'affecte pas la performance. Lors de la conversation téléphonique, les participants ont davantage de difficulté à maintenir la vitesse ainsi que la distance intervéhiculaire demandées, restreignent l'amplitude de leur champ visuel et dévient davantage du centre de la voie. Ces résultats ne sont pas observés lors de la condition « radio ».

Les résultats de Fuse *et coll.* (2001) rapportent aussi que l'écoute de la radio n'affecte pas la performance des conducteurs. Ces derniers ont comparé le temps de réaction au freinage de 8 participants soumis à trois conditions : 1) témoin, 2) écouter la radio et 3) écouter la radio et en répéter le contenu. Les participants ont un temps de réaction au freinage significativement plus élevé seulement dans la troisième condition par rapport au deux autres. En effet, les participants mettaient en moyenne 1086 millièmes de seconde (1,08 seconde) avant d'activer la pédale de frein par rapport à des moyennes de 790 et 716 respectivement pour les conditions témoin et d'écoute de la radio. L'étude de Fuse *et coll.* (2001) comporte une caractéristique importante. Elle fait la distinction entre l'écoute passive et l'écoute active où le passager interagit avec la radio. Il est probable que qu'écouter la radio ne distrait pas le conducteur car celui-ci ne doit pas s'impliquer. Ces ressources cognitives sont consacrées à la conduite et rien d'autre. Consiglio *et coll.* (2003) obtiennent des résultats qui pointent dans la même direction : le temps de réaction au freinage est similaire dans les conditions témoin et écouter la radio.

Les résultats de Liu (2003) sèment toutefois un doute sur l'hypothèse de l'écoute passive. Ce dernier a comparé les effets produits par trois conditions expérimentales : 1) conversation simple avec un dispositif main libre, 2) conversation difficile avec un dispositif main libre et 3) écouter la radio - sur la capacité de 24 participants à maintenir leur véhicule au centre de la voie¹¹. Liu ne rapporte pas de différence entre les deux types de conversation. Par contre, les participants avaient plus de difficulté à demeurer au centre de la voie lorsqu'ils écoutaient de la musique que lorsqu'ils répondaient aux questions faciles.

McKnight et McKnight (1991 et 1993) sont les seuls à avoir évalué l'effet de la syntonisation d'une chaîne de radio sur la performance. Ils ont effectué une expérimentation en simulateur de conduite où les participants doivent réagir à des stimuli qui varient d'un scénario à l'autre.

¹¹ La première condition consiste en une conversation « simple » portant sur des questions personnelles et sur les passe-temps. La seconde condition est une conversation « difficile » qui porte sur des calculs, des questions espace-temps et sur la langue. La troisième consiste à écouter la radio.

Entre autres, les participants doivent freiner lorsqu'un piéton traverse la route ou ralentir lorsque la voiture les précédant fait de même. McKnight et McKnight comparent les réactions des participants sous cinq conditions : 1) composer un numéro de téléphone à l'aide d'un clavier placé sur le tableau de bord 2) conversation simple sur des sujets variés avec un dispositif « main libre », 3) conversation intense demandant la résolution de problèmes avec un dispositif « main libre », 4) syntoniser une chaîne de radio et 5) conduite seule (condition témoin). Bien que la performance des participants soit moindre lors des quatre conditions expérimentales par rapport à la condition témoin, la conversation intense produit l'effet négatif le plus marqué. Lors de cette situation, 44,2 % des réponses des participants ne sont pas adaptées à la situation. De plus, 44,0 % des réactions n'étaient pas appropriées lors de la syntonisation d'une chaîne de radio. Selon ces résultats, la manipulation de la radio résultait en une détérioration plus marquée de la performance comparativement à la conversation simple (41,1 %) et la composition du numéro (41,1 %).

De manière générale, les résultats démontrent qu'écouter les nouvelles (Ishida et Matsuura, 2001) et qu'écouter de la musique à la radio (Fuse *et coll.*, 2001; Consiglio *et coll.*, 2003) n'affectent pas la performance. Tout porte à croire que le conducteur doit interagir avec le contenu du message pour que sa performance soit affectée à la baisse (Fuse *et coll.*, 2001) Toutefois, ces conclusions ne sont pas partagées par Liu (2003) qui rapporte une moins bonne maîtrise du véhicule lorsque les participants écoutent de la musique. Pour leur part, McKnight et McKnight (1991) sont les seuls à rapporter que changer les chaînes de radio affecte la conduite. En raison du faible nombre d'études et de la divergence entre leurs résultats, il serait plus prudent de réaliser d'autres études avant de se prononcer clairement sur l'effet de la radio sur la performance des conducteurs.

Comparaison des effets produits par l'utilisation du cellulaire et la conversation avec un passager

La majorité des études s'intéressent à la conversation téléphonique. Certains chercheurs ont toutefois posé la question suivante : est-ce que la conversation avec un passager a le même impact que la conversation au cellulaire? Trois études expérimentales ont abordé cette question.

Dans leur étude, Gugerty *et coll.* (2004) émettent l'hypothèse que le passager devrait diminuer son débit verbal lorsque la difficulté de la route augmente et que cet effet devrait être absent lors de la conversation au cellulaire, car l'interlocuteur ne voit pas la route. Pour tester cette hypothèse, ils ont recruté 58 participants âgés entre 18-22 ans et réalisé une étude en simulateur de conduite. Vingt-neuf paires conducteur/passager ont été constituées. Les participants ont réalisé deux fois le même parcours. Lors du premier essai, la performance était comparée entre la condition témoin et la condition expérimentale où le conducteur parlait avec un passager. Lors du second essai, la performance enregistrée lors de la condition témoin est comparée à la performance de la condition expérimentale qui implique cette fois-ci une conversation au cellulaire « main libre ». Chaque parcours contient 35 scénarios d'une durée de 18 à 35 secondes. Parfois les participants doivent interpréter des situations potentiellement dangereuses (n = 10 scénarios), manœuvrer afin d'éviter des objets (n = 15 scénarios) ou réaliser les deux actions (n = 10 scénarios). Leurs résultats montrent que les participants adaptent leur débit verbal en fonction de celui de leur

partenaire. Par contre, les participants parlent au même rythme indépendamment du type de conversation (au cellulaire ou avec le passager). De plus, les deux types de conversation ont le même impact sur la performance de conduite. Les participants se souviennent moins bien des voitures croisées dans l'environnement routier, interprètent moins bien les scénarios et détectent moins de dangers routiers lors de la conversation. Leur étude ne rapporte pas de différence entre les deux types de conversation tant sur le plan du débit que sur celui de la performance, ce qui infirme leur hypothèse.

Pour leur part, Consiglio *et coll.* (2003) ont mesuré le temps de réaction au freinage de 22 participants lors de cinq conditions en laboratoire: 1) témoin, 2) écouter de la musique à la radio, 3) converser avec un passager, 4) converser avec un cellulaire « en main » et 5) converser avec un cellulaire « main libre ». Ces derniers devaient appuyer le plus rapidement possible sur la pédale de frein à l'apparition d'une lumière rouge qui représente l'arrière d'un véhicule. Les participants mettent en moyenne 392 et 408 millièmes de seconde avant d'activer la pédale de frein respectivement dans les conditions témoin et « écouter la radio », ce qui est significativement plus bas que le temps observé dans les trois autres conditions. Les temps de réaction au freinage sont comparables dans les trois autres conditions démontrant d'une part que la conversation avec le passager (453 millièmes de seconde) produit le même interférence que les cellulaires « main libre » (465 millièmes de seconde) et « en main » (464 millièmes de seconde) et d'autre part que les deux dispositifs de cellulaire affectent également la conduite.

Finalement, Crundall *et coll.* (2005) ont réalisé une expérimentation sur le réseau routier qui aborde la même question. Contrairement aux deux études présentées précédemment, leurs résultats appuient la thèse de la suppression selon laquelle le passager diminue son débit verbal ou met un terme à la conversation lorsque la tâche de conduite devient plus exigeante. Les 20 participants, 18 hommes et 2 femmes âgés en moyenne de 25,7 ans, ont parcouru 20 miles à travers quatre environnements routiers (autoroute, routes en milieu rural, milieu urbain et en banlieue). La conversation se déroule sous trois conditions : 1) avec un passager dans le véhicule, 2) avec un passager dans le véhicule ayant les yeux bandés et 3) avec un cellulaire main libre. Les auteurs veulent vérifier si le passager arrête la conversation lors des situations exigeantes. Les résultats indiquent la présence d'un effet d'interaction entre la conversation et le type de route. Lors de la conversation avec le passager, il y a une réduction dans le nombre et la longueur des phrases sur les routes urbaines par rapport aux autoroutes. Cette diminution est absente lors de la conversation avec le cellulaire. Les résultats appuient l'hypothèse de la « suppression de la conversation dans les situations difficiles ». Les diverses routes engendrent des niveaux de conversation variables; le débit verbal diminue sur les routes urbaines lors de la conversation avec le passager. Toutefois, l'interlocuteur parlant au cellulaire maintient le même niveau de conversation, augmentant même le ratio de questions/réponses pour stimuler la conversation.

Les trois études qui ont comparé l'effet du cellulaire à celui de la conversation avec un passager obtiennent des résultats divergents, ce qui nous empêche de répondre à la question posée au départ. Les études de Consiglio *et coll.* (2003) et de Gugerty *et coll.* (2004) montrent que la conversation avec le passager produit des effets similaires à la

conversation téléphonique. Toutefois, Crundall *et coll.* (2005) ont observé des résultats qui appuient la thèse de la « suppression de la conversation ». Ils rapportent un ralentissement du débit verbal lorsque l'environnement routier demande soit plus d'attention ou devient plus difficile. Par contre, leur étude n'utilise pas d'indicateur de performance. Tout comme le rapportent McCartt *et coll.* (2005), des études supplémentaires sont nécessaires pour mieux documenter cette question.

Comparaison des effets produits les autres télématiques

Une seule étude porte sur l'effet des autres télématiques sur la performance des conducteurs. Lee *et coll.* (2001) suggèrent que tout dispositif dont la manipulation requière des ressources cognitives, biomécaniques ou visuelles requises à la réalisation de tâches primaires affectera négativement la performance. Bref, l'effet sera similaire à celui de l'utilisation du cellulaire en conduisant.

Pour vérifier leur affirmation, Lee *et coll.* (2001) ont étudié la relation entre la performance et l'utilisation d'un système de courriels électroniques à reconnaissance de la voix. C'est-à-dire que l'utilisateur peut activer des menus contenant différentes options qui permettent d'envoyer et de recevoir des courriels. Les 24 participants ont conduit à travers 5 scénarios de conduite différents qui durent de 5 et 7 minutes tout en maintenant une vitesse de 40mph. Lors de ces scénarios, les participants envoient des courriels à l'aide de différents dispositifs tout en parcourant des routes de difficultés différentes¹². Peu importe le type de route ou le dispositif employé, le temps de réaction au freinage est plus élevé lorsque les participants envoient un courriel en comparaison à la condition témoin.

6.1.2.3 Distraction et effets d'apprentissage

Shinar et Tractinsky (2004) définissent l'utilisation du cellulaire et la conduite automobile comme deux tâches dont le rythme est dicté par le conducteur. Les conducteurs peuvent ajuster leur vitesse pour faciliter la gestion de l'information de l'environnement routier et arrêter temporairement la conversation lorsque la tâche devient trop exigeante. « De plus, comme pour tout autre tâche, la performance augmente avec la pratique et la rétroaction, ce qui fait en sorte que plus une tâche est pratiquée, plus elle peut être réalisée par automatisme et conséquemment, plus d'attention peut être consacré aux autres tâches » (Shinar et Tractinsky, 2004 : 3 – traduction libre).

La question de l'amélioration avec la pratique est abordée de deux façons dans les études expérimentales. Dans un premier temps, certaines études vérifient si la performance s'améliore au fur et à mesure que le participant réalise une même série de tâches. En raison du peu d'études qui abordent cette question, leurs résultats sont présentés de manière descriptive. Dans un second temps, nous utilisons les effets que nous avons codifiés afin de vérifier si les participants utilisateurs de cellulaire performant mieux que les non utilisateurs.

¹² Les deux dispositifs permettant d'envoyer des courriels sont en fait des ordinateurs qui reconnaissent la voix. Les deux dispositifs sont de complexité différente. Le dispositif facile comprend trois niveaux de menus contenant chacun deux options. Le dispositif complexe comprend également trois menus mais qui contiennent 4 à 7 options. La difficulté des environnements routiers est définie par le nombre d'objets rencontrés dans l'environnement routier par minute. Dans l'environnement simple, les participants croisaient 0,5 objets par minute tandis que ce nombre grimpeait à 20 pour l'environnement difficile.

S'il n'y a pas d'effet d'apprentissage, il ne devrait pas y avoir de relation entre la proportion d'utilisateurs dans une expérimentation et l'effet moyen du cellulaire sur la performance. Bref, l'effet moyen devrait être stable indépendamment de la proportion d'utilisateurs dans l'échantillon d'une étude.

La performance et l'usage du cellulaire : est-ce qu'il y a un effet d'apprentissage?

Dans l'étude de Brookhuis *et coll.* (1991), 12 participants ont réalisé différentes tâches sur une base quotidienne durant une période de trois semaines. À chaque jour, les participants répondent à des questions faciles (additions simples) et difficiles (question de mémorisation et additions complexes) posées via un cellulaire « en main » ou « main libre ». Cette procédure permet aux chercheurs d'étudier les variations au jour le jour dans la performance des participants. Par contre, Brookhuis *et coll.* (1991) analysent les effets d'apprentissage uniquement sur la difficulté perçue de la tâche et les réponses aux questions. Leurs résultats montrent que le rythme cardiaque des participants diminue et que les participants répondent mieux aux questions d'une semaine à l'autre. Bref, les participants perçoivent la tâche secondaire comme moins difficile, mais rien n'indique que leur performance s'améliorera.

De leur côté, Rakauska *et coll.* (2004) ont comparé la performance des participants à trois reprises (les participants ont réalisé trois fois le même parcours), sur six indicateurs de performance et un indicateur de difficulté perçue de la tâche. Ils constatent une amélioration de la performance uniquement pour le temps de réaction aux dangers de la route. Par contre, l'amélioration se produit indépendamment de la condition. Autrement dit, les participants performant mieux au troisième essai qu'au premier, mais la performance demeure toujours inférieure dans la condition expérimentale.

Shinar *et coll.* (2002) et Shinar et Tractinsky (2004) sont les seuls à énoncer clairement que l'un des principaux objectifs de leur recherche est d'étudier l'effet d'apprentissage d'une séance à l'autre. Shinar et ses collègues (2002, cités dans Shinar et Tractinsky, 2004) ont mené une première expérimentation en simulateur de conduite dans laquelle les participants ont réalisé un même parcours à cinq reprises sur une période de deux semaines. Durant ces parcours, les participants sont soumis à différentes conditions expérimentales qui nécessitent l'utilisation du cellulaire en conduisant. Les résultats montrent que la tâche secondaire entraîne une réduction de la performance sur certains indicateurs, mais aucun effet d'apprentissage n'est observé. Shinar *et coll.* affirment que les tâches étaient trop simples et que dès la première session, les participants ont atteint leur plein potentiel. Il n'y avait donc pas de place à l'amélioration par la suite.

Pour palier à cette limite, Shinar et Tractinsky (2004) ont mené une autre étude tout en prenant le soin d'incorporer trois scénarios de conduite – rouler à 50mph, rouler à 65mph et suivre un véhicule – et de créer trois groupes d'âge : 18-22 ans, 30-33 ans et 60-71 ans. Les 30 participants parcourent les trois scénarios de conduite sous trois conditions différentes : 1) conduire, 2) conduire tout en maintenant une conversation émotive avec un cellulaire main libre et 3) conduire tout en solutionnant des calculs mathématiques avec un cellulaire main libre. Afin de mesurer les effets d'apprentissage, les participants répètent la procédure cinq fois sur une période de 14 jours. Selon les auteurs, l'amélioration devrait se manifester principalement lors des situations difficiles, soit lorsque les participants solutionnent les

équations mathématiques et roulent à 65mph (117km/h). Shinar et Tractinsky (2004) utilisent six indicateurs de performance, dont cinq biomécaniques et un cognitif.

Premièrement, leurs résultats rapportent un effet d'interaction entre les quatre variables indépendantes, soit l'âge des participants, le scénario, la séance et la condition expérimentale pour les indicateurs de performance « vitesse moyenne » et « variation dans la vitesse moyenne ». Les auteurs interprètent les résultats comme une amélioration de la performance qui se manifeste lorsque les participants conduisent à 65mph et répondent aux questions mathématiques. De plus, cet effet s'observe uniquement chez les conducteurs de 60-71 ans. Toutefois, cette interprétation est plus ou moins adéquate, car la progression est loin d'être linéaire, logarithmique ou même exponentielle. Bien que la vitesse moyenne la plus basse soit enregistrée lors de la cinquième séance, la vitesse moyenne et la variation dans la vitesse moyenne évoluent en dents de scie. D'après cette tendance, tout porte à croire que les performances futures pourraient tout aussi bien être supérieures ou inférieures. De plus, même s'il y a un effet d'apprentissage, la vitesse moyenne et la variation demeurent les plus élevées dans la condition expérimentale la plus exigeante.

Deuxièmement, Shinar et Tractinsky (2004) ont évalué l'effet d'apprentissage sur la position latérale du véhicule et la variation dans la position latérale. Leurs résultats montrent un effet d'apprentissage pour la position latérale, mais uniquement pour les scénarios « 65mph » et « suivre un véhicule » lorsque les participants sont soumis aux opérations mathématiques. Toutefois, les auteurs ne peuvent expliquer pourquoi la variance est à son plus bas lors de la condition la plus exigeante et que parfois, la performance se détériore au fil des jours dans la condition témoin. Par exemple, lors de la conversation émotive à 65mph, la variation dans la position latérale du véhicule augmente d'une séance à l'autre.

Troisièmement, ils observent un effet d'interaction entre l'âge, le scénario, la séance et la condition pour l'indicateur « variation dans l'angle du volant ». Cette fois, il y a un effet d'apprentissage chez l'ensemble des participants lorsqu'ils roulent à 65mph et répondent aux problèmes mathématiques. Toutefois, l'effet contraire s'observe lors de la conversation.

Les résultats obtenus par Shinar et Tractinsky (2004) sont difficilement interprétables même si les auteurs affirment avoir des preuves qui appuient la thèse de l'apprentissage. Certaines précisions doivent être apportées. Dans un premier temps, la vitesse demeure toujours plus élevée dans les conditions les plus exigeantes. Bien que les participants améliorent leur conduite, la performance est toujours inférieure à ce qui est observée dans la condition témoin. Dans un second temps, les auteurs interprètent souvent la relation entre les séances et la performance comme un effet d'apprentissage alors que l'évolution est en dents de scie. Dans un troisième temps, les participants de 60-71 ans sont souvent ceux qui s'améliorent le plus, ce qui ne permet pas de généraliser les résultats à tout l'échantillon. Dans un quatrième temps, les résultats montrent que les participants réussissent de mieux en mieux aux tests mathématiques au fil des jours. Il est légitime de se demander si les conversations émotives dont les réponses ne peuvent pas être apprises par cœur ne représentent pas la condition la plus difficile. Autrement dit, il est probable que les participants seraient beaucoup plus distraits si les équations mathématiques changeaient d'une journée à l'autre. L'effet d'apprentissage est peut être attribuable à la mémorisation des réponses aux tests

mathématiques, rendant cette condition expérimentale anodine. Finalement, il est impossible de se prononcer sur l'effet d'apprentissage pour les tâches visuelles et cognitives.

Performance vs utilisateurs et non-utilisateurs

La deuxième manière d'aborder la question de l'apprentissage est d'étudier la relation entre l'effet moyen des études et la proportion d'utilisateurs de cellulaire dans leur échantillon. Lorsque l'information était disponible, la proportion d'utilisateurs de cellulaire fut calculée pour chaque étude. Par la suite, un coefficient de corrélation fut calculé entre la proportion d'utilisateurs de cellulaire et l'effet moyen de chaque étude. Seulement 23 études rapportent la proportion d'utilisateurs, ce qui limite les analyses à une variable dépendante, soit l'effet moyen sur la performance. D'après nos résultats, il n'y aurait pas de relation statistiquement significative entre la proportion d'utilisateurs dans une étude et les résultats à la performance (ρ de Spearman = 0,22; $p = 0,44$)¹³. La diminution de la performance serait indépendante de la proportion d'utilisateurs soumis à l'expérimentation. Cette observation ressort également des études qui distinguent les utilisateurs des non-utilisateurs dans leurs analyses (Jenness *et coll.*, 2002; Radebord *et coll.*, 1999; Lee *et coll.*, 2001). Les utilisateurs ne performant pas mieux que les non-utilisateurs lors à la condition expérimentale.

6.1.3 Synthèse

Les résultats des études expérimentales sont non équivoques : l'utilisation du cellulaire en conduisant se traduit par une réduction significative de la performance des participants. Cette diminution de la performance s'observe autant sur les tâches primaires biomécaniques, cognitives et visuelles, quoi que l'effet soit plus marqué pour les tâches visuelles et cognitives. Ces résultats rejoignent les observations des méta-analyses de Caird *et coll.* (2004) et de Horrey et Wickens (2004) et établissent que l'utilisation du cellulaire provoque principalement de la distraction cognitive et visuelle. En raison de l'interdépendance des tâches, une diminution de l'allocation des ressources cognitives aux tâches primaires affecterait l'ensemble des autres tâches nécessaires à la conduite (Evans, 2004).

La thèse de la distraction cognitive est renforcée du fait que les deux types de dispositifs, «main libre» et «en main», produisent les mêmes effets négatifs sur la conduite automobile. La dimension biomécanique inhérente au dispositif «en main» n'affecte pas davantage la performance. Ce résultat remet aussi en question le modèle de Wickens (1984). Peu importe la tâche réalisée avec le cellulaire, la distraction perdure. Il en revient à dire que la conversation téléphonique, qui sollicite des ressources cognitives, aura des répercussions à la fois sur les tâches primaires biomécaniques, visuelles et cognitives. De plus, le dispositif « main libre » peut provoquer davantage de distraction que le cellulaire en main dans certains cas. Parfois, un haut-parleur placé au plafonnier du véhicule combiné à une

¹³ Ces 23 études ont été comparées aux 41 autres sur le plan de leurs caractéristiques. L'effet moyen, la proportion d'hommes, l'âge moyen des participants sont identiques dans les deux groupes d'études. Les contextes de réalisation des études et le type de publication sont aussi similaires. Il est donc peu probable que le coefficient de corrélation soit influencé par les propriétés de ces 23 études.

mauvaise qualité du son peut demander davantage d'attention que le dispositif « en main » (Matthews *et coll.*, 2003).

La distraction cognitive est donc principalement causée par la conversation, ce qui laisse présager que la conversation avec un passager pourrait produire une distraction similaire. Or, les résultats des études expérimentales sont insuffisants pour se prononcer clairement sur cette hypothèse. Toutefois, plusieurs arguments portent à croire que la conversation avec un interlocuteur distant au cellulaire est plus exigeante que la conversation avec un passager. Crundall *et coll.* (2004) ont démontré que le passager diminue ou ralentit son débit verbal lorsque la difficulté de la tâche primaire augmente; cet effet était absent lors de la conversation téléphonique. Le passager peut en effet analyser la route et adapter la conversation selon la complexité du parcours routier.

Finalement, nos résultats établissent que l'utilisation du cellulaire en conduisant produit les mêmes effets négatifs sur la performance indépendamment de l'âge, du sexe et du contexte dans lequel se déroule l'expérimentation (Reed et Green, 1999). De plus, l'état des connaissances actuelles n'appuie pas la thèse de l'apprentissage. Les études qui ont réalisé des comparaisons entre la performance des utilisateurs et des non-utilisateurs soumis aux mêmes conditions ne rapportent pas de différence : les deux groupes sont autant affectés par l'usage du cellulaire (Jenness *et coll.*, 2002; Radebord *et coll.*, 1999; Lee *et coll.*, 2001). Shinar et Tractinsky (2004) sont les seuls à rapporter une amélioration de la performance avec la pratique, mais l'interprétation de leurs résultats est discutable et il n'en reste pas moins que la performance demeure toujours plus basse lors de la condition expérimentale.

6.2 CELLULAIRE ET RISQUE DE COLLISION : RÉSULTATS DES ÉTUDES ÉPIDÉMIOLOGIQUES

Les résultats des études expérimentales démontrent que l'utilisation du cellulaire entraîne une réduction dans la performance des conducteurs. Mais est-ce que cette diminution de la performance se traduit nécessairement par une augmentation du risque de collision. Cette section tente de répondre à cette question en utilisant les résultats des études épidémiologiques. Nous avons recensé 18 études qui permettent, à divers degrés, de documenter la relation entre l'utilisation du cellulaire et le risque de collision.

Ces 18 études n'établissent pas toutes cet effet de manière identique. Premièrement, dix études traitent des facteurs associés aux collisions à l'aide des informations présentées dans les rapports. Deuxièmement, 10 études calculent, à l'aide de méthodes variées, le RR (risque relatif) de collision associé au fait d'être utilisateur de cellulaire ou d'utiliser son cellulaire en conduisant ou comparent les taux de collisions des utilisateurs et des non-utilisateurs¹⁴.

¹⁴ Le terme utilisateur de cellulaire fait référence aux automobilistes propriétaires de cellulaire. De même, un non-utilisateur réfère à un automobiliste qui ne possède pas de cellulaire. En aucun cas ce terme ne fait allusion à quelqu'un qui utilise son cellulaire en conduisant. Lorsqu'un utilisateur de cellulaire en fait usage tout en conduisant, cela est précisé dans le texte.

6.2.1 Collisions associées à l'utilisation du cellulaire selon les rapports de police

Les rapports d'accidents constituent une source d'information permettant d'évaluer la prévalence du cellulaire au volant comme facteur associé à la collision. Toutefois, l'information contenue dans ces rapports sous-estime sans aucun doute l'ampleur du phénomène. En effet, à l'exception de trois États américains, les rapports policiers ne prévoient généralement aucune case permettant d'indiquer la présence du cellulaire. En Oklahoma, le policier doit spécifier dans son rapport si un cellulaire était installé ou utilisé. De même, au Minnesota, les rapports prévoient une case pour rapporter la présence/utilisation d'un cellulaire ou d'un radio CB. Finalement, des chercheurs du *Highway Safety Research Center* en Caroline du Nord ont demandé aux policiers d'ajouter temporairement certaines sections à leur rapport de collision pour mesurer l'ampleur de la problématique du cellulaire dans les collisions.

Malgré tout, il est difficile d'incriminer le cellulaire comme facteur contributif à la collision. Seules les informations recueillies auprès du conducteur, des passagers et des témoins permettent de savoir si le cellulaire était en cause. Contrairement à la CFA, aucun test ne permet de dépister l'utilisation du cellulaire, ce qui complique la tâche des analystes de scènes d'accidents. Or, Stutts *et coll.* (2001) indiquent que les personnes ne sont généralement pas portées à avouer qu'il parlait au cellulaire au moment de la collision par peur d'avoir des problèmes d'indemnisation auprès de leur compagnie d'assurance et par soucis de désirabilité sociale.

Études américaines

Quatre études réalisées aux États-Unis ont employé ou constitué des bases de données construites à l'aide des rapports d'accidents afin de documenter la prévalence de l'utilisation du cellulaire dans les collisions. Goodman *et coll.* (1997) ont consulté quatre bases différentes. Dans un premier temps, ils ont analysé les verbatims de collisions mortelles contenues dans le *Fatality Analysis Reporting System* (FARS). Pour 1994 et 1995, respectivement 36 et 40 collisions mortelles étaient associées à l'utilisation du cellulaire. Dans un second temps, ils ont consulté les données du *National Automotive Sampling System* (NASS). Il s'agit d'une base de données qui complète le FARS. Cinq mille rapports de collisions sont sélectionnés aléatoirement et analysés dans le détail. Sur les 5 000 collisions, 8 étaient liées à l'utilisation du cellulaire, ce qui donne, en extrapolant à l'ensemble des collisions, 3 857 collisions de gravités différentes associées au cellulaire pour l'ensemble des États-unis. Dans un troisième temps, Goodman *et coll.* se sont penchés sur 28 collisions reliées à l'utilisation du cellulaire dont 11 étaient répertoriées dans le FARS et le NASS (17 furent repérées à l'aide d'autres sources). Dans les 28 cas, le conducteur était en faute. Le conducteur a dévié de sa voie dans 15 cas, foncé dans un véhicule immobilisé sur la voie dans 8 cas et ne s'est pas immobilisé au feu rouge dans 5 cas. Enfin, Goodman *et coll.* (1997) ont aussi analysé les verbatims de 900 000 rapports de police de la Caroline du Nord pour les années 1989, 1992 à 1994 et les six premiers mois de 1995. Reinfurt *et coll.* (2001) ont complété le portrait en incluant les années 1995 à 2000. Les données du tableau 10 démontrent que le nombre de collisions associées à l'utilisation est en hausse depuis 1989. De plus, 45,8 % des collisions surviennent au moment de la conversation,

renforçant la position selon laquelle le cellulaire au volant constitue avant tout une source de distraction cognitive. Enfin, Goodman *et coll.* (1997) ont effectué une analyse de régression qui démontre que le nombre de collisions liées au cellulaire entretient une relation statistiquement significative avec le nombre d'abonnés à un service de communication sans fil. Résultat : plus il y a d'abonnés, plus les collisions liées au cellulaire augmentent.

De leur côté, Stutts *et coll.* (2001) ont analysé 32 303 rapports d'accidents, survenus entre 1995 et 1999 à partir du *FARS* et du *NASS* pour estimer l'importance de la distraction dans les collisions. Sur l'ensemble des collisions, le conducteur était distrait dans 7,4 % des cas (2 380 collisions pour les cinq années). Le cellulaire serait en cause dans 1,5 % des collisions impliquant la distraction. Les auteurs soulignent toutefois que la distraction est difficilement identifiable lors des analyses de scènes d'accidents. Il fut impossible de se prononcer sur la présence de distraction dans 41,5 % cas.

Tableau 10 Collisions associées au cellulaire selon les verbatims des rapports en Caroline du Nord selon l'année et l'action du conducteur

Action du conducteur	Goodman <i>et coll.</i> (1997)					Reinfurt <i>et coll.</i> (2001)					Total		
	1989	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000*	N	%	
Composer un numéro	1	0	3	3	0	4	5	4	13	11	44	8,2	
Répondre au cellulaire	2	3	3	1	1	3	6	11	18	31	79	14,7	
Parler au cellulaire	6	7	5	12	7	12	15	19	44	120	247	45,8	
Raccrocher	2	1	3	0	1	0	4	3	3	9	23	4,8	
Atteindre le cellulaire	1	2	4	0	4	1	1	8	12	20	53	9,8	
Échapper le cellulaire	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	4	0,7	
Ramasser le cellulaire	0	1	2	3	4	1	1	2	5	15	34	6,3	
Chercher le cellulaire	0	0	2	0	1	0	2	4	11	19	39	7,2	
Dérangé par la sonnerie	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	8	1,5	
Se ranger pour utiliser le cellulaire	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	5	0,9	
Total	N	12	14	22	20	19	22	35	53	111	231	539	100
	%	2,2	2,6	4,1	3,7	3,5	4,1	6,5	9,8	20,6	42,9	100	

* janvier à août. Les années 1990 et 1991 ne sont pas incluses car les verbatims des rapports de collisions ne furent pas informatisés en raison d'un manque de personnel (Reinfurt *et coll.*, 2001).

En 2002, Stutts *et coll.* ont rédigé un rapport qui se penchait davantage sur les collisions dues au cellulaire. Les verbatims de 425 rapports ont été analysés afin d'identifier les caractéristiques de collisions impliquant l'utilisation du cellulaire. 2 des 425 collisions ont impliqué des blessures mortelles, 2,1 % des blessures graves, 6,4 % des blessures légères, 36,2 % de possibles blessures et 54,8 % des dommages matériels seulement. Les collisions impliquant l'utilisation du cellulaire surviennent principalement sur des routes locales et entre 10 et 18 heures. Enfin, 92,5 % des collisions associées au cellulaire impliquent des infractions au Code de la route telles que le défaut de ralentir, le non-respect de la signalisation routière et le défaut de faire son arrêt.

Violanti (1998) s'est intéressé aux rapports remplis par les policiers de l'État d'Oklahoma entre 1992 et 1995. Sur 1 548 collisions mortelles, les rapports indiquent la présence d'un cellulaire dans le véhicule dans 65 cas et de son utilisation dans 7. Dans une étude précédente de Violanti (1997), 2,6 % (5292) des conducteurs avaient un cellulaire dans leur véhicule et 0,24 % (492) l'utilisaient sur un total de 206 639 rapports de collisions remplis par les policiers d'Oklahoma.

Les études réalisées avec des données américaines démontrent que le cellulaire est en cause dans certaines collisions, mais en sous-estiment certainement l'ampleur. D'une part, les données les plus récentes datent de 2000, période pour laquelle le nombre d'abonnées à un service de télécommunication sans fil est inférieur à celui de 2007 (voir figure 1, p. 5). D'autre part, les policiers éprouvent des difficultés à déterminer si le conducteur parlait ou non au cellulaire au moment de la collision. Malgré ces limites, les études américaines démontrent que les collisions associées à l'utilisation du cellulaire ont tendance à augmenter au même rythme que les ventes de cellulaire et que de son utilisation au volant (Goodman *et coll.*, 1997; Stutts *et coll.*, 2001 et 2002; Reinfurt *et coll.*, 2001).

Études réalisées dans d'autres pays

Stevens et Minton (2001) ont inspecté 5 740 rapports de collisions mortelles remplis entre 1985 et 1995 en Angleterre. Selon les auteurs, les rapports du Royaume-Uni seraient plus détaillés que ceux des autres pays et permettraient de dénombrer avec plus de précision la proportion de collisions reliées à la distraction. D'après leurs résultats 2 % (N = 101) des 5 740 collisions mortelles seraient reliées à une distraction. De plus, l'utilisation du cellulaire serait en cause dans 3 cas.

De son côté, Lam (2002) a consulté 414 136 collisions rapportées à la police de la Nouvelle-Galles-du-Sud (Australie) entre 1996 et 2000. De ce nombre, 63 779 impliquent des blessures graves ou mortelles dont 3,8 % (N = 2 400) attribuables à la distraction. L'utilisation du cellulaire serait responsable de 120 collisions dont 30 avec blessures graves ou mortelles.

Finalement, Woo et Lin (2001) ont demandé aux policiers de trois villes de Taiwan d'ajouter deux indicateurs à leur rapport d'accident pour une période de quatre mois afin de rapporter la présence ou l'utilisation d'un cellulaire au moment de la collision. Leur démarche leur a permis d'analyser l'information de 3 075 rapports. La présence d'un cellulaire fut rapportée dans 22 % (n = 676) des collisions et les conducteurs utilisaient leur cellulaire au moment de

la collision dans près de 20 % de ces cas (133/676). Il en revient à dire que le cellulaire était impliqué dans 4,3 % (133/3075) des collisions, ce qui est supérieur aux taux rapportés par Violanti (1997 et 1998).

Québec

Au Québec, seul le rapport du coroner Claude Paquin traite de la prévalence du cellulaire dans les collisions. Entre 1998 et 2004, le coroner Paquin dénombre dix décès routiers associés à l'utilisation du cellulaire. Dans certains cas, on aurait pu établir que l'utilisation du cellulaire était la cause directe de la collision qui a entraîné le décès tandis que dans d'autres cas, on n'a pu établir ce lien mais il serait un facteur contributif (SAAQ, 2006).

6.2.2 Utilisation du cellulaire et risque de collision

Collisions avec dommages matériels

Les trois études épidémiologiques qui se sont intéressées à la relation entre l'utilisation du cellulaire et les collisions avec dommages matériels rapportent toutes une augmentation du risque de collisions, soit chez les utilisateurs de cellulaire ou chez les utilisateurs qui en font usage en conduisant¹⁵. Les résultats des études épidémiologiques se retrouvent dans le tableau 11.

Redelmeier et Tibshirani (1997) ont réalisé l'étude la plus citée à l'aide de données torontoises. Ces derniers ont employé la méthode du cas chassé-croisé pour évaluer le RR de collisions associé à l'utilisation du cellulaire. Ils ont mené leur étude auprès de conducteurs utilisateurs de cellulaires qui ont rapporté une collision avec dommages matériels au « North York Collision Reporting Center » entre le 1^{er} juillet 1994 et le 31 août 1995. Les conducteurs qui ont participé à l'étude ont rempli un bref questionnaire et ont autorisé l'accès à leurs relevés de téléphone cellulaire. Au sein d'un échantillon de 699 conducteurs utilisateurs de cellulaire qui ont eu une collision avec dommages matériels, 157 parlaient au téléphone dans la période « hasard », c'est-à-dire entre T₋₁₀ minutes et T₋₁ minute avant la collision, mais ne parlaient pas au cellulaire au cours de la même période de « hasard » le jour précédant. D'autre part, 24 conducteurs n'ont pas fait usage du cellulaire dans la période « hasard » mais l'ont utilisé dans la période « hasard » le jour précédant.

Le RR s'estime en divisant 157 par 24. L'utilisation du cellulaire augmente de 6,54 fois le risque de collisions avec dommages matériels (95 % IC : 9,99; 4,50). Toutefois, ce rapport surestime probablement le RR étant donné que certains conducteurs n'ont probablement pas conduit le jour précédant la collision. Redelmeier et Tibshirani (1997) ont donc ajusté l'estimé en fonction des résultats d'un sondage réalisé auprès de 100 conducteurs parmi

¹⁵ L'étude de Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003) tient compte des collisions avec dommages matériels et blessures. Il est cependant impossible de distinguer les deux types de collisions. Cette étude est abordée dans la section des collisions avec blessures. Il en va de même pour l'étude de Violanti et Marshall (1996). Finalement, les résultats présentés dans la section « dommages matériels » pourraient s'appliquer aux collisions avec des conséquences plus sévères. Toutefois, les auteurs ne distinguent pas toujours le risque selon la sévérité de la collision. Bien que le risque de collision soit présenté en fonction de la gravité des blessures, les catégories de gravité ne sont pas toujours exclusives.

lesquels 65 % ont admis conduire durant la période « hasard » la journée précédant la collision. Conséquemment, le RR équivaut à 4,3, soit 0,65 multiplié par 6,54. Finalement, Redelmeier et Tibshirani (1997) établissent que le risque est présent peu importe le dispositif. À l'aide de la même méthode, les auteurs calculent un risque de 3,9 pour le dispositif « en main » et de 5,9 pour le dispositif « main libre ».

Malgré les nombreux avantages que présente la méthode du cas chassé-croisé par rapport aux autres études épidémiologiques, il est probable que le temps de la collision ne soit pas exact dans les rapports d'accidents et par conséquent, il n'est pas possible d'établir avec certitude que le conducteur parlait au cellulaire au moment de la collision même si on sait par ailleurs qu'il l'utilisait dans l'intervalle de 10 minutes précédent le temps rapporté de la collision. Ces taux peuvent ainsi varier en fonction de l'intervalle retenu (Bellavance, 2005).

Pour leur part, Wilson *et coll.* (2002 et 2003) ont constitué un échantillon de 3 869 conducteurs de la grande région de Vancouver à l'aide d'observations effectuées sur le terrain. Des observateurs se sont postés à 42 intersections. Lorsqu'un conducteur utilisait son cellulaire en traversant l'intersection, les observateurs notaient différentes caractéristiques et ce dernier était intégré à l'échantillon. Les chercheurs faisaient de même avec le conducteur non-utilisateur qui suivait. Cette démarche permet d'avoir un échantillon composé également d'utilisateurs et de non-utilisateurs. Par la suite, la consultation des dossiers des conducteurs a permis d'établir que 452 des 3 869 conducteurs avaient été impliqués dans 513 collisions rapportées aux policiers entre 1997 et 2000. Wilson *et coll.* (2002 et 2003) établissent que les utilisateurs de cellulaire ont 13 % (RR = 1,13) plus de chance d'être impliqués dans une collision « responsable » que les non-utilisateurs.

Finalement, Violanti (1997) s'est intéressé aux types de collisions dans lesquelles les utilisateurs de cellulaires sont impliqués. Son échantillon se compose de 206 639 rapports de collisions complétés entre 1992 et 1995 par les policiers de l'État d'Oklahoma (États-Unis). Les rapports de police indiquent qu'un cellulaire était présent dans le véhicule dans 2,6 % des cas (n = 5 292) et que le conducteur utilisait le cellulaire au moment de l'incident dans 492 cas. En comparaison avec les non-utilisateurs, les utilisateurs tout comme ceux qui utilisent leur cellulaire en conduisant avaient un risque deux fois plus élevé d'entrer en collision avec un objet fixe d'une part et étaient cinq fois plus à risque de faire des tonneaux lors d'une collision d'autre part. Les résultats indiquent également que « (...) les conducteurs utilisateurs ont eu des taux d'accidents plus élevés entre 1992 et 1995 que ceux qui n'ont pas de cellulaire malgré l'augmentation parallèle des accidents de la route. » (Traduction libre. Violanti, 1997 : 425).

Tableau 11 Résumé des études épidémiologiques

Études, type	Échantillon	Variable dépendante	Résultats	Comparaison avec les autres facteurs de risque
<p>Laberge-Nadeau <i>et coll.</i> 2001 et 2003</p> <p>Étude épidémiologique rétrospective et méthode du cas chassé-croisé</p>	<p>36 750 automobilistes québécois (Canada) qui ont répondu à un questionnaire et qui ont donné accès à leurs dossiers d'automobiliste et de téléphone cellulaire</p> <p>Pour la méthode du cas chassé-croisé : 407 collisions survenues entre 1998 et 2000 au sein d'un échantillon de 36 750 automobilistes québécois</p>	<p>Collision avec dommages matériels ou avec blessures (période fenêtrée 1^{er} janvier 1996 au 31 août 2000).</p>	<p>Utilisateurs ont un RR 1,38 fois plus élevé d'avoir une collision.</p> <p>Le risque croît avec l'usage (relation dose-réponse. Chez les hommes, le RR passe de 1,97 à 2,73 pour ceux qui logent respectivement entre 14-26 et 259-384 appels par mois.</p> <p>Résultats avec la méthode du cas chassé-croisé : Les automobilistes utilisateurs qui font usage de leur cellulaire au volant ont un RR de 5,13 comparativement aux utilisateurs qui n'en font pas usage au volant.</p>	<p>Le risque de collisions est plus élevé pour ceux qui travaillent sur la route, parcourent plus de kilomètres que la moyenne, conduisent après 20 heures et transportent rarement ou jamais des passagers.</p>
<p>Violanti et Marshall, 1996</p> <p>Étude épidémiologique, méthode du cas témoin</p>	<p>200 automobilistes de New-York (États-Unis).</p> <p><u>Groupe 1</u> : 100 automobilistes qui ont eu une collision avec dommages matériels de 1 000 \$ et plus ou avec blessures.</p> <p><u>Groupe 2</u> : 100 automobilistes qui n'ont pas eu de collision au cours de 10 dernières années.</p>	<p>Collision avec dommages matériels ou avec blessures (période fenêtrée 1992-1993 pour le groupe 1).</p>	<p>Utilisateurs qui parlent entre 51-180 minutes par mois ont un RR 5,59 fois plus élevé de collision que ceux qui parlent entre moins de 50 minutes.</p>	<p>Le nombre de kilomètres parcourus annuellement (RR = 6,75) et la réalisation d'activités motrices (RR = 1,66) telles que boire et ajuster des commandes augmentent le risque de collision.</p>

Tableau 11 : Résumé des études épidémiologiques (suite)

<p>Redelmeier et Tibshirani, 1997</p> <p>Méthode du cas chassé-croisé</p>	<p>649 automobilistes utilisateurs de cellulaire qui ont rapporté une collision avec dommages matériels Centre de collisions de North York (Toronto – Canada)</p>	<p>Collision avec dommages matériels survenus entre le 1^{er} juillet 1994 et le 31 août 1995 entre 10 h et 18 h</p>	<p>Ceux qui font usage de leur cellulaire au volant ont un RR de 4,3 comparativement à ceux qui ne l'utilisent pas.</p> <p>Le RR est de 3,9 pour le dispositif en main et de 5,9 pour le dispositif main libre.</p> <p>Le RR ne décroît pas avec l'expérience liée à l'utilisation du cellulaire.</p>	<p>Aucun autre facteur de risque inclus.</p>
<p>Lam, 2002</p> <p>Étude épidémiologique, méthode du cas témoin</p>	<p>63 779 collisions mortelles ou avec blessures rapportées au Service de police de la Nouvelle Galles du Sud (Australie) entre 1996 et 2000 dont 2 400 impliquent une source quelconque de distraction.</p>	<p>Collision mortelle ou avec blessures</p>	<p>RR chez les 16-19 ans = 1,13 RR chez les 20-24 ans = 0,50 RR chez les 25-29 ans = 2,37 RR chez les 30-39 ans = 1,67 RR chez les 40-49 ans = 1,69 RR chez les 50-69 ans = --- RR chez les 70 ans + = 0,46</p> <p>RR pour cellulaire en main</p>	<p>Distraction à l'intérieur du véhicule</p> <p>RR chez les 16-19 ans = 1,56 RR chez les 20-24 ans = 1,38 RR chez les 25-29 ans = 1,45 RR chez les 30-39 ans = 1,56 RR chez les 40-49 ans = 1,08 RR chez les 50-69 ans = 1,55 RR chez les 70 ans et + = 1,82</p> <p>Distraction à l'extérieur du véhicule n'augmente pas le risque de collision</p>
<p>Violanti, 1998</p> <p>Étude épidémiologique, méthode du cas témoin</p>	<p>223 137 rapports d'accidents du « Oklahoma State Department of Public Safety » entre 1992 et 1995 dont 1 548 collisions mortelles</p>	<p>Collision mortelle</p>	<p>Avoir un cellulaire dans le véhicule augmente le RR de 2,11. Utiliser un cellulaire au volant augmente le RR de 9,29. L'effet du cellulaire augmente lorsque l'on viole les limites de vitesse, conduit sous l'influence de l'alcool ou dévie de sa voie.</p>	<p>Avec un RR de 9,29, le cellulaire représente un risque deux fois plus grand que la vitesse (RR = 4,90), six fois plus grand que l'inattention (RR = 1,36) et trois fois plus grand que la CFA (RR = 2,83).</p>

Tableau 11 Résumé des études épidémiologiques (suite)

<p>Wilson <i>et coll.</i>, 2003</p> <p>Études épidémiologiques basées sur des observations de terrain et dossiers des conducteurs (cas témoin)</p>	<p>3 869 automobilistes qui ont passé à travers une des 42 intersections entre le 18 août et le 2 novembre 1999 entre 7 h et 18 h (Vancouver).</p>	<p>Collision responsable (période fenêtre 1997 à 2000)</p>	<p>Utiliser un cellulaire au volant augmente le RR de 1,16.</p>	<p>Avoir eu une contravention pour conduite agressive (RR = 1,84), avoir été arrêté pour CFA (RR = 1,66) et avoir plus d'un accident responsable (RR = 2,03) augmentent le risque de collision responsable.</p>
<p>Violanti, 1997</p> <p>Étude épidémiologique avec données transversales (cas témoin)</p>	<p>206 639 rapports d'accidents du « Oklahoma State Department of Public Safety » entre 1992 et 1995 dont 5 292 indiquent que le conducteur possédait un cellulaire et 492 utilisaient le cellulaire au moment de la collision.</p>	<p>Types particuliers de collisions</p>	<p>Cause de la collision lors de l'utilisation du cellulaire RR = 1,93 pour vitesse excessive RR = 1,19 distraction RR = 1,52 mauvais côté de la voie Type de collisions RR = 2,29 frappe objet fixe RR = 4,78 tonneaux Actions du conducteur RR = 1,35 embardée RR = 1,17 empiété sur autre voie RR = 2,96 sortie de route Endroit RR = 2,31 en ville</p> <p>Collisions mortels : RR de 10,9 pour utilisation du cellulaire au volant et RR de 2,50 pour les propriétaires.</p>	<p>Aucun autre facteur de risque</p>
<p>McEvoy <i>et coll.</i>, 2005</p> <p>Méthode du cas chassé-croisé</p>	<p>456 conducteurs utilisateurs de cellulaire âgés de 17 ans et plus qui ont été admis entre avril 2002 et juillet 2004 à l'urgence de l'un des trois principaux hôpitaux de Perth (Australie de l'Ouest). Les collisions mortelles sont exclues.</p>	<p>Collision avec blessures survenus entre avril 2002 et juillet 2004.</p>	<p>Les conducteurs utilisateurs de cellulaire qui utilisent leur cellulaire au volant ont un RR de 4,1 comparativement à ceux qui ne l'utilisent pas.</p> <p>RR = 4,9 pour cellulaire en main RR = 3,8 pour cellulaire main libre</p>	<p>Aucun autre facteur de risque</p>

Collisions avec blessures

Tout comme les études qui évaluent le risque de collisions avec dommages matériels, les cinq études qui se sont penchées sur le risque de collisions avec blessures arrivent à la même conclusion. L'utilisation du cellulaire au volant tout comme le fait d'être utilisateur de cellulaire augmente le risque de collision avec blessures. Cependant, certaines études incluent les collisions avec blessures et dommages matériels dans leur variable dépendante. Il n'est pas toujours possible de distinguer le risque pour les deux catégories de collisions.

L'une des deux études les plus importantes réalisées dans le monde est québécoise. Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003) ont envoyé 175 000 questionnaires à des titulaires de permis de conduire québécois dans le but d'obtenir un échantillon représentatif¹⁶. De ce nombre, 36 078 questionnaires furent retournés accompagnés d'une lettre de consentement permettant aux chercheurs de consulter les dossiers de conduite et les relevés de téléphone cellulaire des participants. Leurs analyses sont riches en résultats et permettent de mieux comprendre la relation entre l'utilisation et la possession d'un cellulaire et le risque de collisions avec dommages matériels ou avec blessures. Premièrement, leurs analyses montrent que le RR de collisions est 38 % (RR = 1,38) plus élevé chez les utilisateurs que chez les non-utilisateurs de cellulaires. Deuxièmement, leurs résultats établissent l'existence d'une relation de type « dose-réponse » entre la fréquence d'utilisation du cellulaire et le risque de collisions. Les risques relatifs sont de 2,78, 3,55 et de 3,33 pour ceux logeant un total mensuel d'appels se situant respectivement entre 193-258, 259-384, et 385 et plus. Troisièmement, les données furent ré-analysées à l'aide de la méthode du cas chassé-croisé. La période de « hasard » est identique à celle de Redelmeier et Tibshirani (1997), soit entre T₋₁₀ minutes et T₋₁ minute avant la collision. Au total, 407 collisions furent rapportées à la police : 292 avec dommages matériels et 115 avec blessures. L'utilisation du cellulaire est associée à un RR de collisions de 5,13 (Laberge-Nadeau *et coll.*, 2001 et 2003; Bellavance, 2005).

Les résultats de Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003) ont non seulement été obtenus à l'aide d'un échantillon d'automobilistes québécois, mais leur étude respecte également certains critères permettant d'avancer qu'il existe une relation de « cause à effet » entre le cellulaire et le risque de collision. Premièrement, une association fut décelée à l'aide de trois types d'analyses : 1) les utilisateurs ont 1,38 fois plus de risque d'être impliqués dans une collision, 2) les risques de collisions augmentent avec la fréquence de l'utilisation et 3) le risque de collision augmente de 5 fois chez les utilisateurs lorsqu'ils emploient leur cellulaire au volant. Deuxièmement, le risque de collision augmente en fonction de l'utilisation (*relation dose-réponse*). Troisièmement, les auteurs ce sont assurés que les automobilistes ont acquis leur permis de conduire avant le téléphone mobile (X survient avant Y). Quatrièmement, les résultats sont les mêmes pour des conducteurs ayant des caractéristiques différentes. Cinquièmement, les résultats corroborent ceux d'autres études expérimentales et épidémiologiques. Sixièmement, les modèles statistiques permettent de contrôler les effets d'autres facteurs tels que l'exposition au risque, les habitudes de

¹⁶ Leurs données furent collectées en 1999, période à laquelle il n'y avait pas autant d'utilisateurs de cellulaire qu'en 2006. Afin de rejoindre suffisamment d'utilisateurs, ils ont toutefois dû sur-échantillonner certaines strates de la population, soit les personnes vivant en région urbaine et ayant un revenu élevé.

conduite, l'âge et le sexe. Finalement, leur échantillon a été constitué à partir de toute la population d'automobilistes du Québec.

De leur côté, Maag *et coll.* (2006) ont ré-analysé les données de Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003). Leur démarche visait à répondre à deux questions. Premièrement, les études épidémiologiques montrent que les utilisateurs de cellulaire sont plus à risque de collisions que les non-utilisateurs. Maag *et coll.* (2006) se demandent si les personnes utilisant un téléphone mobile étaient à priori plus ou moins à risque de collisions que celles qui n'en utilisaient pas. Deuxièmement, ils ont tenté de vérifier une croyance répandue chez les utilisateurs voulant que le cellulaire au volant ne constitue pas un problème de sécurité routière puisque le taux d'utilisation augmente et que le bilan routier s'améliore. Pour répondre à ces deux interrogations, Maag *et coll.* (2006) ont utilisé les participants qui en 1987 avaient un permis de conduire, ce qui représente 18 707 répondants sur un total de 36 078. Ils ont par la suite comparé les variations dans les taux de collisions entre 1987 et 1999 des cohortes d'utilisateurs et de non-utilisateurs.

Deux résultats importants ressortent de leurs analyses. Dans un premier temps, les utilisateurs avaient significativement plus de collisions en 1999 que les non-utilisateurs avec un rapport de cotes de 1,55. Cette différence n'est pas significative chez les femmes (rapport de cote = 1,27), mais elle va dans la même direction. Deuxièmement, le tableau 12 montre que :

(...) le groupe des personnes qui acquerra un téléphone mobile après 1987 n'est pas significativement plus à risque de collision au départ, mais il l'est après l'acquisition, en comparaison avec le groupe qui restera des non-utilisateurs. Les hommes qui ont un cellulaire ont 55 % plus de chance d'avoir au moins une collision dans une année que les hommes qui ne l'utilisent pas. (Maag *et coll.*, 2006 : 455)

Ces résultats montrent définitivement que les diminutions dans les taux de collisions des deux cohortes diffèrent. Le taux de collisions des non-utilisateurs a diminué davantage que celui des utilisateurs et la différence est encore plus marquée pour le groupe de 35-54 ans. Les auteurs concluent ainsi que :

À moins que le style de conduite et l'exposition au risque de collisions aient changés de façon très différente entre les deux cohortes dans la période 1987-1999, l'argument des supporteurs du téléphone mobile qui dit qu'il n'y a pas de problèmes car les taux de collisions diminuent même si le nombre d'utilisateurs est une croissance constante n'est donc pas valide. » (Maag *et coll.*, 2006 : 455)

Tableau 12 Les baisses du nombre de conducteurs et de conductrices avec au moins une collision ayant fait l'objet d'un rapport de police; comparaison des pourcentages de diminution selon l'utilisation ou non d'un téléphone mobile pour les hommes et les femmes et selon l'âge

Nombre de personnes avec au moins une collision	Hommes				Femmes			
	Utilisateurs		Non-utilisateurs		Utilisatrices		Non-utilisatrices	
Age en 1987	16-34	35-54	16-34	35-54	16-34	35-54	16-34	35-54
1987	156	138	155	243	32	25	69	101
1999	77	82	64	95	14	15	28	47
Baisse	79	56	91	148	18	10	41	54
%	50,6	40,6	58,7	60,9	56,2	40,0	59,4	53,5

Source : Maag, U., Laberge-Nadeau, C., Augers, J-F., Bellavance, F., Poirier, L-F., Desjardins, D. et Messier, S. (2006). Les collisions entre 1987 et 1999 : comparaisons entre les personnes utilisatrices du téléphone cellulaire en 1999 et les toujours non-utilisatrices. *Assurance et gestion des risques*, 73 : 443-456.

Enfin, les taux de collisions présentés par Maag *et coll.* (2006) permettent d'estimer le nombre de collisions associées à l'utilisation du cellulaire. En extrapolant les résultats de Maag *et coll.* (2006) à l'ensemble des automobilistes québécois, tout comme Goodman *et coll.* (1997) l'ont fait avec les données américaines, il est possible d'avoir un estimé approximatif des collisions liées au cellulaire pour le Québec en 1999. Pour effectuer cet estimé, nous utilisons uniquement les titulaires masculins, car le rapport de cote entre utilisateurs et non-utilisateurs n'est pas significatif chez les femmes. En 1999, il y avait 2 386 680 titulaires de permis de conduire masculins au Québec. Selon les données de Maag *et coll.*, 39,6 % des titulaires de leur échantillon sont des utilisateurs de cellulaire. En extrapolant ce pourcentage à l'ensemble des titulaires de permis de conduire masculins, environ 945 125 titulaires étaient utilisateurs en 1999. En considérant que 3,1 % des conducteurs utilisateurs ont eu une collision en 1999, cela fait un total de 29 298. Si ces derniers n'avaient pas été utilisateurs de cellulaire, ils auraient eu 18 902 collisions, ce qui correspond aux 2,0 % de collisions chez les non-utilisateurs. Cela fait donc un différentiel de 10 396 collisions avec dommages matériels et blessures uniquement pour 1999, ce qui compte pour un peu plus de 7 % du total des collisions.

L'estimé obtenu à l'aide des données de Maag *et coll.* (2006) est toutefois conservateur en raison de certaines limites. Premièrement, lors de la constitution de l'échantillon, Laberge-Nadeau *et coll.* (2003) ont du sur-échantillonner certaines strates de la population, soit les automobilistes résidant en milieu urbain, les hommes et les plus fortunés, afin d'obtenir suffisamment d'utilisateurs dans leur échantillon. Deuxièmement, 36 078 automobilistes ont retourné leur questionnaire sur les 175 000 envoyés. Les répondants se distinguaient des non-répondants, entre autres, par des taux de collisions par 1 000 conducteurs plus bas et ce, spécialement chez les hommes.

Bien que leur échantillon soit plus limité que celui de Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003), McEvoy *et coll.* (2005) ont également utilisé la méthode du cas chassé-croisé et ont obtenu des résultats similaires, mais pour le risque de collisions avec blessures uniquement.

McEvoy *et coll.* ont approché 1 625 conducteurs admis entre avril 2002 et juillet 2004 dans un hôpital de l'ouest de l'Australie. De ce nombre, 941 furent interviewés et les relevés d'appels de 744 conducteurs furent obtenus. Leurs analyses démontrent que l'utilisation du cellulaire augmente de 4,1 fois le risque de collision avec blessures nécessitant une hospitalisation (collisions mortelles exclues). Finalement, l'étude de McEvoy et collègues comporte un avantage : elle distingue le RR en fonction du type de cellulaire. Les risques relatifs sont respectivement de 4,9 et 3,8 pour les dispositifs en main et main libre.

De son côté, Lam (2002) a utilisé les rapports de collisions remplis par les policiers en Nouvelle Galles du Sud (Australie). Son étude porte non seulement sur la relation entre le cellulaire et le risque de collision, mais intègre d'autres sources de distractions. Même si la distraction est une « cause » de collision sous-rapportée dans les rapports d'accidents, le cellulaire augmente le risque de collisions mortelles ou avec blessés chez tous les groupes d'âge. L'effet est cependant plus marqué chez les 25-29 ans (RR = 2,37), les 40-49 ans (RR = 1,69) et les 30-39 ans (RR = 1,67). Lam établit que les distractions à l'intérieur du véhicule augmentent le RR de collisions. Le risque varie entre 1,08 et 1,82 selon l'âge des conducteurs. Il s'agit cependant d'une variable qui contient plusieurs sources internes de distraction qui ne sont pas précisées par l'auteur. Il est donc difficile d'identifier les sources de distraction qui augmentent vraiment le risque.

Finalement, Violanti et Marshall (1996) ont employé la méthode du cas-témoin pour évaluer le risque de collision associé à l'utilisation du cellulaire. Ils ont constitué aléatoirement deux cohortes de 100 conducteurs new-yorkais. Dans la première cohorte, les conducteurs ont rapporté au moins une collision entre 1992 et 1993. Dans la deuxième, les conducteurs n'ont pas eu de collision au cours des dix dernières années. Tenant compte dans leurs analyses de 18 autres sources de distractions et des caractéristiques des participants, Violanti et Marshall (1996) démontrent que les utilisateurs qui parlent entre 51-180 minutes par mois (pas nécessairement au volant) ont 5,59 fois plus de chance d'être impliqués dans une collision avec dommages matériels que ceux qui en font un usage plus restreint. D'après leurs résultats, « (...) l'utilisation du cellulaire affecterait davantage le risque de collision que toute autre activité secondaire réalisée dans le véhicule. » (Traduction libre, Violanti et Marshall, 1996 : 269). Toutefois, leur échantillon ne compte que 14 utilisateurs et leurs analyses ne tiennent pas compte de l'exposition au risque (en quoi les périodes différentes influent sur les résultats).

Collisions avec blessures mortelles

Deux études ont traité de la question du cellulaire au volant et du risque de collisions mortelles. Violanti (1998) a utilisé les rapports d'accidents pour mesurer le RR d'être impliqué dans une collision mortelle tout en distinguant les propriétaires de cellulaire de ceux qui l'utilisent en conduisant. Violanti (1998) a utilisé 223 137 rapports de collisions de la police d'Oklahoma. De ce total, 1 548 rapports impliquaient des blessures mortelles. Un cellulaire était présent dans 65 cas et les policiers étaient certains que le conducteur utilisait son cellulaire dans cinq cas. À l'aide d'analyses de régression logistique, Violanti établit que la présence d'un cellulaire dans le véhicule augmente de 2 fois le risque de décéder lors d'une collision et que l'utilisation du cellulaire au volant accroît de 9 fois le risque de collisions mortelles. Le risque associé au cellulaire serait même plus important que lorsque

le conducteur enfreint les limites de vitesse, conduit avec les facultés affaiblies (CFA) ou fait une embardée. En effet, le risque de collisions mortelles lié à l'utilisation du cellulaire est de 9, ce qui est le double du RR associé à la vitesse (RR = 4,90). Le RR lié au cellulaire est également plus important que le risque d'autres « causes » telles que l'inattention en général (RR = 1,36) et la CFA par l'alcool ou sous l'influence d'une autre drogue (RR = 2,83). Cette étude comporte cependant certaines limites, particulièrement en ce qui concerne l'évaluation du risque de collision lié au cellulaire. L'estimé de ce risque est imprécis, comme en témoigne un intervalle de confiance de 95 % qui varie entre 3,7 et 23,1 pour le RR.

Au départ, Dreyer *et coll.* (1999) voulaient vérifier si les utilisateurs de cellulaire en main affichent un taux plus élevé de décès du cancer du cerveau que les utilisateurs main libre. Selon eux, les utilisateurs de cellulaire en main devraient avoir un taux de mortalité lié au cancer du cerveau plus élevé que les utilisateurs main libre. La raison : les ondes cellulaires atteignent le cerveau avec le dispositif en main, ce qui n'est pas le cas avec le téléphone main libre. De plus, le risque de cancer du cerveau devrait augmenter avec la fréquence d'utilisation. Leurs analyses montrent que :

La seule catégorie de causes de décès pour laquelle il y avait une indication d'augmentation du risque en fonction de l'augmentation de l'utilisation fut celle de la mortalité routière, pour laquelle la distinction entre main libre et en main ne s'applique pas étant donné que les deux types de cellulaire peuvent affecter négativement la conduite. » (Traduction libre - Dreyer *et coll.*, 1999 : 1815)

Effet des autres sources de distraction sur le risque de collision

Certaines études épidémiologiques ne se sont pas uniquement intéressées à l'effet du cellulaire sur la conduite. Afin d'obtenir des résultats crédibles, elles incluent à leur modèle de prédiction d'autres facteurs et sources de distraction susceptibles d'influer sur le risque de collision (Violanti et Marshall, 1996; Laberge-Nadeau *et coll.*, 2003). Les résultats de ces deux études suggèrent que le cellulaire accroît davantage le risque de collision que les autres sources potentielles de distraction.

En plus d'évaluer l'effet du cellulaire sur le risque de collision, Violanti et Marshall (1996) ont aussi tenu compte d'activités cognitives et biomécaniques secondaires. Ils ont créé deux variables dichotomiques (oui ou non), soit 1) activités cognitives (ex. : réfléchir à des problèmes, regarder le paysage ou parler avec les passagers) et 2) activités biomécaniques (ex. : boire, manipuler la radio ou allumer une cigarette). Leurs résultats démontrent que les activités biomécaniques augmentent de 66 % (RR = 1,66) le risque de collision avec dommages matériels ou blessures, mais que les activités cognitives n'ont pas d'impact. Le risque associé aux activités biomécaniques est toutefois inférieur à celui de parler entre 51-180 minutes au cellulaire par mois (RR = 5,59).

De leur côté, Laberge-Nadeau *et coll.* (2003) ont tenu compte de plusieurs facteurs dans leurs analyses dont le fait de transporter des passagers, l'écoute de radio et le fait de manipuler/changer des disques ou cassettes. Leurs résultats montrent que l'écoute de la radio et la manipulation des disques/cassettes n'influent pas sur le risque de collision avec dommages matériels ou blessures. D'autre part, les automobilistes qui ne transportent

jamais ou rarement des passagers augmentent leur risque de collision par rapport à ceux qui en transportent fréquemment. Le RR est de 1,14 chez les femmes et de 1,18 chez les hommes. Selon ces résultats, le fait d'avoir des passagers agit comme un facteur de protection.

6.2.3 Synthèse

La totalité des études épidémiologiques arrivent à la même conclusion : l'utilisation du cellulaire au volant augmente le risque de collision. Cette affirmation prévaut indépendamment de la gravité des collisions et des méthodes employées pour estimer le risque. Les études les plus rigoureuses, soit celles qui emploient la méthode du cas chassé-croisé, démontrent que l'utilisation du cellulaire en conduisant augmente significativement le risque de collisions avec dommages matériels et avec blessures. Toutefois, le RR de collision qui varie entre quatre et cinq est probablement surestimé en raison de la période de « hasard ». Le risque diminuerait si la période était supérieure à dix minutes (Bellavance, 2005), mais demeurerait tout de même significatif.

Les études épidémiologiques permettent non seulement d'évaluer le RR de collisions, mais aussi de vérifier si le risque est constant selon certaines conditions ou caractéristiques du conducteur. Dans un premier temps, le RR de collisions est fonction de l'intensité de l'utilisation du cellulaire : plus les usagers utilisent leur cellulaire, plus le risque de collision s'accroît (Laberge-Nadeau *et coll.*, 2003; Violanti et Marshall, 1996). Dans un deuxième temps, le risque de collision demeure le même pour les dispositifs main libre et en main (Redelmeier et Tibshirani, 1997; McEvoy *et coll.*, 2005; Dreyer *et coll.*, 1999). Ces observations corroborent les résultats des études expérimentales démontrant que le cellulaire est avant tout une source de distractions cognitives plutôt que biomécaniques. Finalement, le cellulaire est la source de distraction qui augmente le plus le risque de collision. Le risque de collisions est plus élevé chez les automobilistes qui transportent peu ou jamais des passagers (Laberge-Nadeau *et coll.*, 2003) tandis que boire et manger augmente de 66 % le risque de collisions matérielles ou avec blessures (Violanti et Marshall, 1996), ce qui est inférieur au risque de 400 à 500 % associé à l'utilisation du cellulaire.

Bien que toutes les études empiriques relient le cellulaire à un risque accru de collision, certains pourraient se demander si les risques sont les mêmes au Québec. En effet, la synthèse présentée dans ce mémoire englobe la littérature mondiale. Toutefois, l'étude de Laberge-Nadeau *et coll.* (2003) a été réalisée auprès d'un échantillon tiré de la population d'automobilistes québécois. D'après leurs résultats, les utilisateurs de cellulaire présentent un RR de collisions avec dommages matériels ou avec blessés de 38 % supérieur à celui des non-utilisateurs et l'utilisation du cellulaire au volant augmente de 5,13 fois le RR de collisions (Laberge-Nadeau *et coll.*, 2001 et 2003). Finalement, Maag *et coll.* (2006) démontrent que même si le bilan routier s'est amélioré au cours des dernières années, le taux de collisions des utilisateurs demeure plus élevé que celui des non-utilisateurs. Les résultats empiriques montrent que le bilan serait moins important si le cellulaire n'était pas utilisé lors de la conduite.

6.3 ÉTUDES D'OBSERVATIONS EN SITUATION RÉELLE : EFFET DU CELLULAIRE SUR LE COMPORTEMENT DE L'UTILISATEUR

Deux autres études, qui ont employé des méthodologies distinctes, ont aussi étudié la relation entre l'utilisation du cellulaire et le risque de collision. Dans la première étude, Strayer (2005) a vérifié s'il existait une relation entre l'utilisation du cellulaire et la capacité à s'immobiliser à une ligne d'arrêt (signe d'arrêt). Pour ce faire, des données ont été colligées à quatre intersections entre 17 et 18 h les lundis, mercredis et vendredis lors de conditions météorologiques favorables. Les observateurs déterminaient si le conducteur s'arrêtait à la ligne et utilisait un cellulaire. Sur un total de 1 748 observations, 110 conducteurs employaient un cellulaire. Les résultats démontrent que les conducteurs utilisateurs de cellulaire ont dix fois plus de risque de ne pas s'immobiliser à la ligne d'arrêt par rapport aux conducteurs non utilisateurs (RR = 2,93 vs. 0,27). Les trois quarts des utilisateurs ne se sont pas immobilisés au signe d'arrêt comparativement à 19,2 % chez les non-utilisateurs (khi-deux [1] = 129,8 ; $p < 0,01$).

Le *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) a subventionné une étude visant à étudier les facteurs associés aux collisions dans un contexte réel de conduite. 100 conducteurs ont été recrutés dans la région métropolitaine de la Virginie du Nord et de Washington (DC) à l'aide de dépliants laissés sur les véhicules et d'annonces dans les journaux¹⁷. Les véhicules des participants furent équipés d'un ordinateur et de caméras vidéo pour collecter les données. De leur côté, les participants devaient conduire leur véhicule comme à l'habitude. Sur une période de 12 à 13 mois, les chercheurs ont pu colliger de l'information sur 2 000 000 miles parcourus et 43 000 heures d'enregistrement vidéo pour 241 conducteurs (parfois la voiture était utilisée par plus d'un conducteur). Par la suite, une base de données épidémiologiques a été traitée selon trois types d'événements, soit les collisions, les quasi-collisions et les autres incidents routiers¹⁸.

Sur l'ensemble des conducteurs, seulement 7,5 % n'ont pas été impliqués dans un incident quelconque. D'autre part, 7,4 % des conducteurs ont été impliqués dans plusieurs incidents, ce qui représente jusqu'à trois ou quatre collisions. Au total, 69 collisions, 761 quasi-collisions et 8 295 incidents ont été enregistrés. La distraction liée aux tâches secondaires est la principale cause des trois catégories d'événements. L'utilisation du dispositif de communication sans fil est la principale source de distraction associée aux situations problématiques. La composition du numéro de téléphone et la conversation étaient les deux tâches principales associées aux incidents et quasi-collisions alors que la totalité des collisions sont survenues lors de la conversation.

¹⁷ Comme le soulignent Neale *et coll.* (2005), l'échantillon n'est pas représentatif de la population des conducteurs américains. Les chercheurs ont également exclu les conducteurs très imprudents et trop prudents à l'aide de questionnaires. Enfin, le volume de trafic varie de modéré à élevé dans cette région et les participants devaient conduire l'un des six modèles de véhicules (Toyota Camry, Toyota Corolla, Chevrolet Cavalier, Chevrolet Malibu, Ford Taurus ou Ford Explorer) en raison de la compatibilité des équipements requis pour l'expérimentation.

¹⁸ Une collision est définie comme tout contact entre le véhicule du participant et un autre véhicule, un objet fixe, un piéton ou bien un animal. Les quasi-collisions sont définies comme une situation problématique qui requière une réponse rapide afin d'éviter la collision. Finalement, les incidents représentent une situation conflictuelle nécessitant un manœuvre rapide mais de moindre ampleur que la quasi-collision.

7 RÉSULTATS : MESURES POUR CONTRÔLER L'UTILISATION DU CELLULAIRE AU VOLANT

Pour plusieurs juridictions, le risque associé à l'utilisation du cellulaire au volant est inacceptable. Ces dernières ont d'ailleurs promulgué des lois et pris des mesures pour en restreindre l'usage. Quatre types de mesures ont été répertoriés. Premièrement, plusieurs juridictions ont promulgué des lois afin de restreindre ou d'interdire l'utilisation du cellulaire. D'après les documents consultés, plus de 50 pays ont légiféré sur l'utilisation du cellulaire au volant (McCartt *et coll.*, 2005). La majorité des juridictions prohibent l'utilisation au volant en conduisant pour le dispositif « en main ». Deuxièmement, les constructeurs automobiles sont parfois soumis à des normes. Par exemple, la « Japan Automobile Manufacturers Association » (JAMA) a établi des normes afin que les constructeurs conçoivent des dispositifs télématiques dont les tâches peuvent être réalisées en moins d'une seconde. Cependant, ces normes n'ont pas encore fait l'objet d'évaluation. Troisièmement, certains organismes gouvernementaux et regroupements ont mis sur pied des campagnes d'information afin de sensibiliser les automobilistes aux risques associés à l'utilisation du cellulaire lors de la conduite d'un véhicule automobile (SAAQ, 2006; ACTS, 2006). Bien que ces campagnes de sensibilisation n'aient pas fait l'objet d'évaluation, elles sont généralement peu efficaces lorsqu'elles sont employées seules (Delhomme *et coll.*, 2000; Elliott, 1993). Enfin, certaines compagnies obligent leurs employés à utiliser un dispositif main libre ou à éteindre leur cellulaire au moment de la conduite (Royale Society for the Prevention of Accidents, 2002). Mis à part les lois, les retombées des autres initiatives n'ont pas été évaluées

7.1 EFFETS DES LOIS SUR LE TAUX DE COLLISIONS ET D'UTILISATION DU CELLULAIRE « EN MAIN »

D'après les documents consultés, deux pays interdisent complètement l'utilisation du cellulaire au volant. Au Portugal et en Inde (seulement à New Delhi), les conducteurs ne peuvent pas utiliser le cellulaire au volant quelque soit le type de dispositif. Malgré les nombreuses lois promulguées dans plusieurs pays, les évaluations sont rares (Vanlaar, 2005). La consultation des bases de données et des différents ouvrages de synthèse a permis de repérer cinq études qui ont évalué l'effet des lois qui interdisent le dispositif « en main ».

Le 26 juin 2001, New-York devint le premier État américain à interdire l'utilisation du cellulaire en main lorsque le véhicule est en mouvement. Les conducteurs pris en faute reçoivent une contravention de 100\$ à moins qu'il ne s'agisse d'un appel d'urgence. La loi est entrée en vigueur le 1^{er} novembre 2001, mois durant lequel les policiers donnèrent des avertissements aux conducteurs pris en infraction. Du 1^{er} décembre 2001 au 28 février 2002, les autorités instaurèrent une période de grâce et annulèrent les contraventions des automobilistes présentant une preuve d'achat d'un dispositif main libre en cours. Dès le 1^{er} mars 2002, la période de grâce fut abolie et les conducteurs arrêtés durent s'acquitter des frais de l'amende. McCartt *et coll.* (2003) ont évalué l'impact de la loi sur le taux d'utilisation du cellulaire par les conducteurs. Recueillant des données dans quatre villes de l'État de

New-York et dans deux villes du Connecticut afin de créer un groupe de comparaison, les auteurs ont observé une réduction de 1,2 % dans le taux d'utilisation du cellulaire « en main ». Le taux est passé de 2,3 % en septembre/octobre 2001 à 1,1 % en mars 2002 (le taux d'utilisation est le même pour les deux périodes expérimentales, soit pour la période de grâce et celle où les conducteurs devaient payer l'amende).

McCartt *et coll.* (2004) ont réévalué l'effet de la loi en ajoutant les observations du mois de mars 2003. Leurs analyses montrent que le taux d'utilisation a remonté à 2,1 %, ce qui est comparable au taux observé avant l'entrée en vigueur de la loi. Il n'en demeure pas moins que la hausse observée à New-York est de 21 % inférieure à celle observée dans l'État du Connecticut (voir tableau 13).

Tableau 13 Taux d'utilisation du cellulaire en main chez les conducteurs dans les États de New York et du Connecticut

États	Taux d'utilisation du cellulaire « en main »		
	Observations avant la loi (septembre/octobre 2001)	Observations après la loi : mars 2002	Observations après la loi : mars 2003
New-York	2,3 %	1,1 %	2,1 %
Connecticut	2,9 %	2,9 %	3,3 %

Source : McCartt, A.T. et Geary, L.L. (2004). Longer term effects of New York State's law on driver's handheld cell phone use. *Injury Prevention*, 10 : 11-15.

Au Royaume-Uni, la loi interdisant l'utilisation du cellulaire « en main » fut introduite en décembre 2003. Johal *et coll.* (2005) ont observé un taux d'utilisation de 1,9 % au cours des mois de septembre et d'octobre 2003 (période de comparaison) et de 1,0 % en février et mars 2004 (période expérimentale) dans la ville de Birmingham en Angleterre. De leur côté, Rajalin *et coll.* (2005) ont noté une augmentation de 3,1 à 5,8 % dans le taux d'utilisation du cellulaire en main chez les conducteurs finnois, augmentation qui coïncide avec l'entrée en vigueur de la loi « main libre » en 2003. Ce résultat n'implique pas pour autant que la loi a eu un effet pervers, car cette évaluation ne tient pas compte du fait que les taux d'utilisation sont en hausse dans les pays occidentaux.

La seule évaluation d'une loi interdisant l'utilisation du cellulaire en main sur les collisions a été réalisée au Japon. Depuis le 1^{er} novembre 1999, l'utilisation d'un téléphone mobile en main par le conducteur est interdite lorsque le véhicule est en mouvement. Seuls les appels d'urgence sont tolérés. Un conducteur qui utilise un cellulaire en main tout en conduisant est passible d'une amende qui peut aller jusqu'à 50 000 yens (environ 500 dollars canadiens) ou d'une peine de prison d'un maximum de trois mois. Une comparaison de type avant/après montre que les collisions liées à l'utilisation du cellulaire chez le conducteur ont diminué de 52,3 % (Japanese Directorate General For Policy Planning and Co-ordination, cité dans The Royal Society for the Prevention of Accidents, 2002). Le tableau 14 montre que des baisses de 53,3 et 20,0 % furent rapportées respectivement dans le nombre de personnes blessées et décédées dans une collision où le cellulaire est en cause.

Tableau 14 Comparaison du nombre de collisions pour les périodes avant et après l'introduction de la loi interdisant le téléphone cellulaire en main au Japon

	12 mois avant l'introduction (novembre 1998 à octobre 1999)	12 mois après l'introduction (novembre 1999 à octobre 2000)	Différence exprimée en pourcentage
Nombre de collisions dont le conducteur utilisait le cellulaire	2 830	1 351	- 52,3 %
Nombre de personnes blessées à la suite de collisions liées à l'utilisation du cellulaire chez le conducteur	4 118	1 925	- 53,3 %
Nombre de décès routiers liés à l'utilisation du cellulaire chez le conducteur	25	20	- 20,0 %

Source : Japanese Directorate General For Policy Planning and Co-ordination, cité dans "The Royal Society for the Prevention of Accidents. (2002). The risk of using a mobile phone while driving. ROSPA : Birmingham (UK)".

7.2 NORMES POUR LES CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES

Dans certains pays, les constructeurs doivent respecter certaines normes pour faire en sorte que les dispositifs télématiques ne distraient pas le conducteur. La « Japan Automobile Manufacturers Association (JAMA) » a publié la version 2.1 du « Guideline for In-vehicle Display Systems » (lignes directrices sur les systèmes d'affichage de bord). Le gouvernement japonais a approuvé le document obligeant ainsi les constructeurs à se soumettre à des normes. « L'approche fondamentale du document d'orientation précise que les dispositifs télématiques doivent être utilisés par le conducteur lorsque les exigences de la conduite sont peu élevées, et que les systèmes d'affichage ne doivent pas distraire le conducteur. » (Transports Canada, 2003 : 26). Lorsque le véhicule est en mouvement par exemple, la composition d'un numéro de dix touches sur le cellulaire est prohibée et les images télévisées et vidéo sont interdites [voir The Royal Society for the Prevention of Accidents (2002) pour une liste complète des restrictions imposées aux constructeurs sur les télématiques dans les véhicules].

Les normes en vigueur au Japon montrent qu'il est possible de limiter les distractions causées par les dispositifs télématiques dans les véhicules. La technologie permet de rendre inopérant ou de limiter les tâches de certains dispositifs télématiques tels que les téléviseurs et les navigateurs de bord. Ces normes semblent prometteuses puisque les dispositifs télématiques sont de plus en plus installés comme équipement de base sur les véhicules (Transports Canada, 2003). Il s'agit également d'une technologie passive qui ne demande aucune action de la part du conducteur.

7.3 SYNTHÈSE

Selon les auteurs des études évaluatives, les résultats suggèrent que les lois qui interdisent l'utilisation du cellulaire en main au volant produisent une réduction à court terme dans le taux d'utilisation (McCartt *et coll.*, 2003 et 2004). Cependant, les évaluations présentent des

lacunes qui font en sorte qu'il est jusqu'à présent impossible de statuer avec certitude sur l'effet global des lois interdisant partiellement ou complètement le cellulaire au volant.

Les interprétations que les auteurs font des résultats des évaluations permettent de formuler des hypothèses qui pourraient expliquer le taux d'utilisation relativement élevé après l'introduction des lois. Premièrement, aucune étude ne considère l'évolution des tendances dans les ventes de cellulaires. Étant donné que les ventes de cellulaires sont à la hausse, il est probable que les lois n'aient pas pour effet de diminuer le taux d'utilisation, mais plutôt d'en ralentir la progression. C'est du moins ce que suggèrent les résultats de McCartt *et coll.* (2004) qui démontrent que la hausse dans le taux d'utilisation est plus prononcée au Connecticut que dans l'État de New-York. Deuxièmement, l'entrée en vigueur d'une loi ne garantit pas que les usagers du réseau routier vont la respecter. Des constatations similaires ressortent des évaluations des lois sur la CFA et sur le port de la ceinture de sécurité. En effet, la réduction des déplacements effectués avec les facultés affaiblies par l'alcool et des collisions y étant associées (Blais et Dupont, 2005) et l'augmentation importante dans le taux de port de la ceinture de sécurité (Dussault, 1990; SAAQ, 2001) sont étroitement liées à la perception du risque d'être arrêté et conséquemment la mise en place des programmes d'application intensifs. Dans le cas des lois interdisant l'utilisation du cellulaire en main au volant, aucun programme de ce type ne fut implanté ou le type de contrôle n'est pas rapporté (McCartt *et coll.*, 2003 et 2004; Rajalin *et coll.*, 2005).

Une seule étude a évalué l'effet des lois sur le taux de collisions. Selon les données fournies par la « Japanese Directorate General For Policy Planning and Co-ordination », la loi qui interdit l'utilisation du téléphone cellulaire chez les conducteurs aurait permis de réduire considérablement les collisions associées au cellulaire. Toutefois, cette évaluation comporte des limites importantes. Entre autres, les résultats reposent sur une simple comparaison avant/après. Il est probable que la réduction des collisions soit en partie attribuable à une tendance à la baisse dans les collisions en général et non pas seulement à l'entrée en vigueur de la législation. Les analyses ne tiennent pas compte des autres facteurs susceptibles d'influer sur le bilan routier. Des analyses de séries temporelles plus étoffées permettraient de surmonter cette limite.

Finalement, le potentiel des lois « main libre » semble limité. D'une part, les études expérimentales et épidémiologiques démontrent que l'utilisation du cellulaire au volant est avant tout une source de distractions cognitives et visuelles. Or, les lois interdisent seulement aux conducteurs d'utiliser un dispositif en main, ce qui est incohérent avec la littérature scientifique. D'autre part, les lois « main libre » pourraient même avoir un effet pervers sur le bilan routier. Elles envoient un message erroné aux automobilistes, soit que l'utilisation du cellulaire main libre est sécuritaire. Ce message pourrait non seulement inciter les utilisateurs à effectuer davantage d'appels, mais aussi amener des non-utilisateurs à se doter de dispositifs cellulaires main libre. Outre les lois, la technologie permet actuellement de neutraliser ou de restreindre l'utilisation du téléphone cellulaire et des autres dispositifs télématiques lorsque le véhicule est en mouvement. Ces mesures technologiques ont l'avantage d'être passives.

8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Le but de cet avis de santé publique était de documenter les effets du cellulaire au volant sur la sécurité routière. Pour ce faire, plusieurs sources documentaires ont été consultées. Le cellulaire ne pouvant pas être facilement incriminé comme facteur causal de collision lors de l'analyse des scènes de collisions et d'autre part, en raison des rapports de collisions qui ne permettent pas de rapporter systématiquement sa présence, et à défaut de son identification dans les rapports de collision, il est difficile d'obtenir un estimé fiable de la prévalence du cellulaire dans les collisions. Pour palier à cette limite, le présent avis se base sur les résultats de plusieurs types d'études (Simpson, 2005). C'est en étudiant le sens des divers résultats et leur convergence que nous en sommes venus à formuler nos conclusions et recommandations. Les résultats de notre étude ne laissent aucun doute et rejoignent ce que d'autres recensions d'écrits ont observé : l'utilisation du cellulaire au volant constitue un facteur de risque pour les usagers du réseau routier. Son utilisation au volant dégrade non seulement la performance des conducteurs, mais augmente significativement le risque de collisions routières (McCartt *et coll.*, 2005; Goodman *et coll.*, 1997; Horrey et Wickens, 2004; Caird *et coll.*, 2004).

8.1 PRINCIPALES CONCLUSIONS

L'intégration des résultats de la littérature empirique établit que l'utilisation du cellulaire au volant, que ce soit le dispositif « main libre » ou « en main », détériore la performance du conducteur et accroît son risque de collision. Dans cette section, nous rapportons les principaux résultats de nos analyses et répondons aux questions posées au départ (voir les sections 1 et 6).

Le cellulaire détériore la performance lors de la conduite

Notre stratégie de repérage a permis d'identifier 53 documents qui contiennent un total de 64 expérimentations. Ces dernières s'intéressent à l'effet du cellulaire sur la performance et établissent, de manière générale, que son utilisation détériore la performance des conducteurs. Sur les 335 effets répertoriés, 66,3 % (n = 222) sont négatifs, témoignant ainsi d'une baisse statistiquement significative de la performance lors de la condition expérimentale ($p < 0,05$). Toutes les études, à l'exception de celles de Spencer et Reed (2003), et Nunes et Recarte (2002b) rapportent une baisse de la performance lors de l'utilisation du cellulaire sur au moins un indicateur. Ces études comportent respectivement 8 et 6 participants, ce qui réduit considérablement la puissance statistique lors des analyses. De manière générale, tout porte à croire que davantage d'effets négatifs auraient été identifiés si les études étaient basées sur de plus grands échantillons.

Les résultats des expérimentations démontrent non seulement que le cellulaire affecte négativement la performance, mais cette détérioration de la performance s'observe sur l'ensemble des tâches primaires requises à la conduite. Autrement dit, l'utilisation du cellulaire en conduisant influe négativement sur les tâches biomécaniques, visuelles et cognitives. L'effet négatif du cellulaire au volant se fait tout de même davantage sur les tâches primaires cognitives et visuelles. Ces résultats corroborent les conclusions de Caird

et coll. (2004) et de Horrey et Wickens (2004) qui affirment que le cellulaire est principalement une source de distraction cognitive et visuelle. En raison de l'interdépendance des tâches primaires (Evans, 1985 et 2004), la distraction cognitive se répercute sur l'ensemble de la performance.

Le cellulaire augmente le risque de collision

En intégrant les résultats des études expérimentales et épidémiologiques, tout porte à croire que la diminution de la performance produite par l'utilisation du cellulaire au volant se traduirait par une augmentation du risque de collision. Toutes les études épidémiologiques montrent que les utilisateurs de cellulaire ont un taux de collisions supérieur aux non-utilisateurs. De même, les utilisateurs qui emploient leur cellulaire lors de la conduite augmentent leur risque de collision. Ce constat est d'autant plus solide que différentes méthodes statistiques produisent les mêmes résultats.

Le risque de collision croît également avec l'usage, signifiant que les grands utilisateurs ont un risque plus élevé que les utilisateurs occasionnels (Laberge-Nadeau *et coll.*, 2003; Violanti et Marshall, 1996). Enfin, ces résultats ne seraient pas attribuables au fait que les utilisateurs de cellulaire aient au départ des comportements routiers plus à risque. Les résultats des études qui utilisent la méthode du cas chassé-croisé démontrent que les utilisateurs qui emploient leur cellulaire en conduisant multiplient leur risque de collisions avec dommages matériels (Redelmeier et Tibshirani, 1997) et avec blessures (McEvoy *et coll.*, 2005). Maag *et coll.* (2006) ont même démontré que les utilisateurs de cellulaire avaient un risque de collision similaire aux non-utilisateurs avant de se procurer un tel dispositif (année de référence = 1987), mais que leur taux de collision s'est détérioré par la suite (année de référence = 1999). Ce résultat a deux implications majeures. D'une part, Maag *et coll.* démontrent que l'acquisition du cellulaire et plus plausiblement son utilisation lors de la conduite est responsable de l'augmentation du risque de collision chez les utilisateurs en 1999. D'autre part, ces résultats démentent une croyance populaire selon laquelle le cellulaire ne constitue pas un problème de sécurité routière puisque les ventes augmentent et que le bilan routier s'améliore. En fait, le bilan routier s'est détérioré au cours des cinq dernières années (SAAQ, 2006) et le bilan routier serait probablement meilleur si les automobilistes n'utilisaient pas leur cellulaire au volant.

Les résultats des études épidémiologiques sont constants d'une étude à l'autre et furent même obtenus à l'aide de données québécoises (Laberge-Nadeau *et coll.* 2001 et 2003; Maag *et coll.*, 2006; Bellavance, 2005). Par exemple, les résultats de l'équipe de Laberge-Nadeau démontrent que le risque de collision avec dommages matériels ou blessures est 38 % plus élevé chez les utilisateurs que chez les non-utilisateurs de cellulaire au sein d'un échantillon de 36 750 automobilistes Québécois. À l'aide de données du même échantillon, Laberge-Nadeau *et coll.* ont calculé le risque de collision chez les utilisateurs en employant la méthode du cas chassé-croisé. Ils ont démontré que le risque de collision est 5 fois plus élevé chez les utilisateurs qui font usage de leur cellulaire en conduisant.

Dispositif « main libre » ou « en main » : le risque est le même

Plusieurs lois permettent l'utilisation du cellulaire, du moment que le conducteur ait recours à un dispositif de type « main libre » (McCartt *et coll.*, 2005). Bref, certains croient que le « main libre » est plus sécuritaire que le dispositif « en main ». Or, les résultats des études expérimentales et épidémiologiques prouvent le contraire. Les résultats des études expérimentales démontrent que l'utilisation du cellulaire, indépendamment du dispositif, affecte négativement la performance des participants. Cette réduction de la performance s'observe sur l'ensemble des tâches primaires biomécaniques, visuelles et cognitives. Même avec un dispositif main libre, qui enlève la tâche secondaire biomécanique (la manipulation du cellulaire) les participants éprouvent autant de difficulté, entre autres, à maintenir une vitesse constante, à conserver une distance intervéhiculaire sécuritaire, à repérer les stimuli de l'environnement routier et à prendre les décisions appropriées lors de situations qui requièrent une réponse urgente. De plus, le risque de collision avec dommages matériels ou blessures est le même pour les deux dispositifs. Que l'on emploie le dispositif « main libre » ou « en main » lors de la conduite, le risque de collision est multiplié d'environ quatre fois.

La distraction diminue avec la pratique? La fin d'un mythe

La distraction liée au cellulaire ne décroît pas non plus avec l'usage tel qu'affirmé par Shinar et Tractinsky (2004). Deux séries de résultats renversent cette croyance. En premier lieu, nous aurions pu croire que les résultats des études expérimentales varient en fonction de la proportion d'utilisateurs dans l'échantillon, c'est-à-dire que les utilisateurs soient plus habitués à manipuler de tels dispositifs et que leur performance en soit moins affectée. Or, cette hypothèse n'est pas appuyée par nos résultats. En deuxième lieu, les études qui se sont penchées sur les effets d'apprentissage n'appuient pas cette thèse. C'est le cas de Rakauska *et coll.* (2004) qui observent un effet d'apprentissage au fil des essais routiers, mais pour l'ensemble des conditions. En effet, les participants s'améliorent sous la condition expérimentale et la condition témoin, ce fait en sorte que leur performance demeure toujours inférieure lors de l'utilisation du cellulaire. De manière similaire, Shinar *et coll.* (2002) n'observent pas d'effet d'apprentissage, mais attribuent ce résultat à la nature des tâches demandées aux participants. Ces tâches secondaires seraient trop aisées et ne laisseraient pas de place à l'amélioration. Shinar et Tractinsky (2004) ont donc réalisé une nouvelle expérimentation avec des tâches secondaires plus difficiles. Même si les auteurs rapportent un effet d'apprentissage, cette interprétation est discutable. La lecture des résultats démontre plutôt une évolution de la performance en dents de scie.

Effet causée par les autres sources de distraction : preuves insuffisantes

Plusieurs organismes affirment que le cellulaire est une source de distraction parmi d'autres et que son utilisation n'est pas plus problématique que la radio, la conversation avec un passager ou l'utilisation d'un système d'aide à la conduite (CAA, 2006; Association canadienne des télécommunications sans fil, 2006). Par contre, il est impossible d'appuyer cette proposition à l'aide des résultats des études empiriques. Très peu d'études ont évalué la performance du conducteur alors que ce dernier manipule des instruments de bord ou utilise une télématique. Il est dès lors prématuré de se prononcer avec certitude sur les effets des autres instruments et télématiques de bord. Nous pouvons au mieux dégager certaines tendances ou faire un parallèle avec les effets produits par le cellulaire selon la nature d'une

tâche secondaire. Outre le cellulaire, certaines études ont analysé les effets de la radio, des passagers et des systèmes automatisés de courriels sur la performance. Parmi les études épidémiologiques, l'étude de Laberge-Nadeau (2003) a considéré l'effet des passagers dans ses analyses tandis que Violanti et Marshall (1996) ont intégré les « autres activités motrices » telles la manipulation des commandes, manger et boire.

Les résultats des expérimentations suggèrent que l'écoute de la radio n'affecterait pas la performance du conducteur (Ishida et Matsuura, 2001; Fuse *et coll.*, 2000; Consiglio *et coll.*, 2003). McKnight et McKnight (1991) ont cependant montré que les participants avaient plus de difficulté à réaliser la manœuvre appropriée lors d'une situation potentiellement risquée lorsqu'ils devaient syntoniser une chaîne de radio.

Les résultats des études expérimentales sur l'effet de la conservation avec un passager sont mitigés. Consiglio *et coll.* (2003) ainsi que Gugerty *et coll.* (2004) rapportent que la conversation avec le passager affecte autant la performance que la conversation téléphonique. Toutefois, Crundall *et coll.* (2005) ont obtenu des résultats suggérant que la conversation avec un passager n'interférerait pas autant la conduite que celle au cellulaire. Leurs analyses démontrent que les passagers adaptent leur débit verbal selon la difficulté de la tâche primaire. Ainsi, les passagers parlent moins vite ou mettent tout simplement un terme à la conversation lorsque la route demande plus de concentration au conducteur. Cet effet est absent lors de la conversation au cellulaire. Ce résultat appuie la thèse de la « suppression » voulant que le passager adapte son débit verbal et la complexité de la conversation selon la difficulté de l'environnement routier. De leur côté, Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003) ont démontré que les automobilistes qui transportent fréquemment des passagers diminuent leur risque de collision avec dommages matériels ou blessés. Toutefois, rien n'indique que les passagers discutent avec le conducteur. Il se pourrait que le conducteur adopte une conduite plus sécuritaire afin de ne pas compromettre la sécurité des occupants. Laberge-Nadeau *et coll.* (2001 et 2003) ont aussi établi que l'écoute de la radio et le maniement de CD/Cassette n'a pas d'impact sur le risque de collision. Violanti et Marshall (1996) rapportent que la réalisation d'activités motrices (boire, manger ou changer un disque) combinées à la conduite augmente le risque de collision, ce dernier étant tout de même minime par rapport à celui du cellulaire.

Enfin, Lee *et coll.* (2001) ont réalisé la seule étude sur l'effet d'un système de courriels à reconnaissance de la voix. Leurs résultats démontrent que l'utilisation du système de courriels influe négativement sur la performance des participants qui se traduit par une augmentation de temps de réaction au freinage. Cet effet est constant indépendamment de la difficulté de l'environnement routier et de la complexité du dispositif. D'après ces résultats, tout porte à croire que tout dispositif sollicitant les ressources cognitives et visuelles constituera une source de distraction et affectera la conduite automobile. De même, des distractions cognitives et visuelles se répercuteront possiblement sur l'ensemble des tâches primaires.

Lois et mesures pour restreindre l'utilisation du cellulaire en conduisant

Bien que plusieurs mesures existent pour restreindre l'utilisation du cellulaire et des télématiques lors de la conduite, les évaluations sont peu nombreuses et les protocoles

d'évaluation sont parfois peu rigoureux. Par exemple, l'ACTS a mis sur pied deux programmes de sensibilisation intitulés « La distraction au volant » et « La route d'abord », mais ces derniers n'ont pas fait l'objet d'évaluation. Aucune évaluation ne porte sur l'impact des normes imposées aux constructeurs. Parmi tous les documents repérés, nous retrouvons cinq évaluations. Ces évaluations estiment l'effet des législations qui interdisent le cellulaire « en main » sur les taux d'utilisation ou les taux de collisions.

Selon les résultats de quatre études, il y aurait parfois une diminution du taux d'utilisation dans les mois suivant l'introduction de la loi et une augmentation par la suite. (McCartt *et coll.*, 2003 et 2004; Johal *et coll.*, 2005; Rajalin *et coll.*, 2005). Cependant, les évaluations comportent certaines lacunes minant la crédibilité des résultats. Les analyses reposent souvent sur une simple comparaison avant/après et ne tiennent pas compte d'autres facteurs susceptibles d'influer sur les taux d'utilisation ou de collisions. Par exemple, les ventes de cellulaires sont en hausse et il est possible que les lois ne fassent pas diminuer le taux d'utilisation, mais qu'elles le stabilisent ou en ralentissent la progression. De même, les lois sont souvent introduites sans aucune mesure de renforcement, limitant ainsi leur potentiel. D'autres études basées sur des protocoles de recherche plus rigoureux sont nécessaires afin d'identifier les méthodes prometteuses pour réduire l'utilisation du cellulaire au volant ou de toute autre télématique. D'autre part, la législation japonaise introduite le 1^{er} décembre 1999 aurait permis de réduire de plus de 50 % les collisions associées à l'utilisation du cellulaire et d'environ 20 % les collisions. Cette évaluation comprend toutefois certaines lacunes tout comme celles qui se sont penchées sur les taux d'utilisation du cellulaire « en main ».

8.2 RECOMMANDATIONS

Recommandation 1 : interdiction complète du cellulaire au volant

À la lumière des principales conclusions de l'avis, l'INSPQ considère que la tâche de conduite est suffisamment complexe et que l'utilisation du cellulaire au volant ne fait qu'augmenter significativement le risque de collision et ce, indépendamment du dispositif. La littérature scientifique est non équivoque : le recours à un dispositif « main libre » ne réduit pas la distraction associée au cellulaire, car cette dernière est principalement de nature cognitive et visuelle. Étant donné que l'utilisation du cellulaire au volant :

- N'est pas un dispositif d'aide à la conduite;
- Détérioré la performance du conducteur, particulièrement en ce qui a trait aux tâches cognitives et visuelles;
- Augmente significativement le risque de collision et de traumatismes routiers.

L'INSPQ recommande que l'utilisation du cellulaire en conduisant soit complètement interdite. Bien que la presque totalité des juridictions ont promulgué des lois interdisant uniquement le dispositif « en main », ces dernières sont incohérentes avec la littérature scientifique et pourrait même avoir un effet pervers. Ce n'est pas le maniement du cellulaire en soi qui distrait le conducteur, mais bien la conversation téléphonique. Les lois qui

bannissent uniquement le dispositif « main libre » véhiculent le message que l'utilisation du cellulaire est sécuritaire du moment que le conducteur a les mains libres, ce qui est faux. Les études ont non seulement démontré que les distractions visuelles et cognitives sont toujours présentes, mais aussi que la piètre qualité des dispositifs main libre amplifie la distraction (Matthews *et coll.*, 2003). Notre recommandation rejoint également l'opinion des automobilistes canadiens et québécois qui, dans une proportion de 2/3, considèrent l'utilisation du cellulaire au volant comme un problème grave ou très grave de sécurité routière (Beirness *et coll.*, 2002). Un récent sondage de l'INSPQ révèle même que 93 % des Québécois sont en faveur d'une loi qui encadre l'utilisation du cellulaire au volant. Enfin, ces recommandations n'enlèvent rien aux avantages du cellulaire, soit de contacter les services d'urgence en cas de collision ou de rapporter des délits aux policiers. Les automobilistes n'auraient qu'à s'immobiliser en bordure de la route et à effectuer l'appel.

Recommandation 2 : régler l'installation des télématiques dans les véhicules

Bien que le cellulaire soit le dispositif télématique le plus utilisé et répandu, les constructeurs automobiles équipent leurs véhicules de plus en plus d'autres dispositifs de base tels que les systèmes d'aide à la conduite - qui contiennent en fait plusieurs autres télématiques telles que les cartes routières et le système de courriel – et les DVD/télévision. Certains véhicules haut de gamme sont même équipés d'ordinateur portable qui s'insère dans la boîte à gants.

Comme le cellulaire est le dispositif le plus populaire, la presque totalité des études portent sur l'effet de ce système sur la performance et les risques de collision. Or, les dispositifs qui requièrent, tout comme le cellulaire, des ressources cognitives et visuelles nécessaires à la réalisation des tâches primaires, sont susceptibles de distraire le conducteur. C'est la conclusion de Lee *et coll.* (2001) qui démontrent que l'emploi d'un système de courriels à reconnaissance de la voix influe négativement sur la performance des conducteurs. Encore une fois, le fait que le dispositif permette au conducteur de garder les mains sur le volant n'enraye pas l'effet de distraction.

L'INSPQ recommande que les dispositifs télématiques qui n'aident pas à la conduite ne puissent pas être installés sur les véhicules à défaut d'une preuve contraire. Ainsi, Transport Canada devrait obliger les constructeurs automobiles à effectuer certains tests pour assurer que les nouveaux dispositifs télématiques ne nuisent pas à la conduite. La preuve incomberait aux constructeurs tel le principe qui s'applique aux compagnies pharmaceutiques qui désirent commercialiser un médicament. L'INSPQ encourage également les chercheurs à s'intéresser davantage à la distraction causée par les autres télématiques et dispositifs dans les véhicules.

Recommandation 3 : modifier les rapports de collision

Présentement, les rapports de collisions ne prévoient aucune case permettant de rapporter systématiquement la présence du cellulaire. Or, de telles cases sont disponibles pour indiquer la présence de CFA et des excès de vitesse lors des collisions. L'INSPQ recommande la modification des rapports de collision de manière à mieux mesurer la

prévalence du cellulaire comme cause de collisions d'une part, et à mieux connaître les circonstances dans lesquelles les collisions associées au cellulaire surviennent.

BIBLIOGRAPHIE

Alm, H., et Nilsson, L. (1994). Changes in driver behaviour as a function of handsfree mobile phones : A simulator study. *Accident Analysis and Prevention*, 26 : 441-451.

Alm, H., et Nilsson, L. (1995). The effects of mobile telephone task on driver behaviour in a car following situation. *Accident Analysis and Prevention*, 27 : 707-715.

Association canadienne des télécommunications sans fil (2006). Réponse à la consultation sur la sécurité routière au Québec : les cellulaires au volant, la vitesse excessive, les motocyclistes et les conditions hivernales. Mémoire déposé à la Commission des transports et de l'environnement - Gouvernement du Québec.

Atchley, P., et Dressel, J. (2004). Conversation limits the functional field of view. *Hum Factors*, 46 : 664-673.

Barkana, Y., Zadok, D., Morad, Y., et Avni, I. (2004). Visual field attention is reduced by concomitant hands-free conversation on a cellular phone. *Am J Ophthalmol.*, 138 : 347-353.

Beirness, D.J., Simpson, H.M., and Desmond, K. (2002). *The Road Safety Monitor 2002 : Risky Driving*. Ontario (Canada) : Traffic Injury Research Foundation.

Beirness, D.J. (2005). *Distracted driving : The role of survey research*. International Conference on Distracted Driving : Toronto (ON).

Bellavance, F. (2005). *Linking data from different sources to estimate the risk of a collision when using a cell phone while driving*. International Conference on Distracted Driving : Toronto (ON).

Blais, É., et Dupont, B. (2005). Assessing the capability of intensive police programs to prevent severe road accidents : A systematic review. *British Journal of Criminology*, 45 : 914-937.

Brault, M., et Letendre, P. (2003). *Évolution des comportements et attitudes face à la vitesse au Québec entre 1991 et 2002*. Québec (QC) : Société de l'assurance automobile du Québec.

Briem, V., et Hedman, L.R. (1995). Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics*, 38, 2536-2562.

Brookhuis, K.A., de Vries, G., et de Waard, D. (1991). The effect of mobile telephoning on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 23, 309-316.

Brown, I.D., Tickner, A.H., et Simmonds, D.C.V. (1969). Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology*, 53, 419-424.

Burns, P.C., Parkes, A., Burton, S., Smith, R.K., et Burch, D. (2002). *How dangerous is driving with a mobile phone? Benchmarking the impairment to alcohol* (Tech. Rep. TRL 547). Transport Research Laboratory : Crowthorne (U.<K).

CAA Québec (2006). Commission des transports et de l'environnement. Mémoire déposé à la Commission des transports et de l'environnement - Gouvernement du Québec.

Cain, A., et Burris, M. (1999). *Investigation of the use of mobile phones while driving*. Center for Urban Transportation Research, College of Engineering : University of South Florida.

Caird, J.K., Scialfa, C.T., Ho, G., et Smiley, A. (2004). *A meta-analysis of driving performance and crash risk associated with the use of cellular telephones while driving*. Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design.

Caird, J.K., Scialfa, C.T., et Geoffrey, H. (2004). *Effects of cellular telephones on driving behaviour and crash risk : Results of meta-analysis*. University of Calgary, Calgary (AL) : CAA Foundation for Traffic Safety.

Chapman, S., et Schofield, W.N. (1998). Lifesavers and Samaritans : Emergency use of cellular (mobile) phones in Australia. *Accident Analysis and Prevention*, 30 : 815-819.

Charlton, S.G. (2004). Perceptual and attentional effects on drivers' speed at curves. *Accid Anal Prev.*, 36 : 877-884.

Chen, L-H., Baker, S.P., Braver, E.R., et Li, G. (2000). Carrying passengers as a risk factor for crashes fatal to 16- and 17-year-old drivers. *JAMA*, 28 : 1578-1582.

Consiglio, W., Driscoll, P., Witte, M., et Berg, W.P. (2003). Effects of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in braking response. *Accid Anal Prev.*, 35 : 495-500.

Cook, D.T., Cooper, H., Cordray, D.S., Hartman, H., Light, R.J., Louis, T.A., et Mosteller, F. (1992). *Meta-analysis for explanation*. New-York : Russel Sage Foundation.

Cook, D.J., Mulrow, C.D., et Haynes, R.B. (1997). Systematic reviews : synthesis of best evidence for clinical decisions. *Annals of Internal Medicine*, 126 : 376-380.

Cooper, P.J., et Zheng, Y. (2002). Turning gap acceptance decision-making : The impact of driver distraction. *Journal of Safety Research*, 33 : 321-335.

Cooper, P.J., Zheng, Y., Richard, C., Vavrik, J., Heinrichs, B., et Siegmund, G. (2003). The impact of hands-free message reception/response on driving task performance. *Accid Anal Prev.*, 35 : 23-35.

Crawford, J.A., Manser, M.P., Jenkins, J.M., Court, C.M., et Sepulveda, E.D. (2001). *Extent and effects of handheld cellular telephone use while driving*. Report No. 167706-1. Texas Transportation Institute : College Station (TX).

Crundall, D., Bains, M., Chapman, P., et Underwood, G. (2005). Regulating Conversation During Driving : A Problem of Mobile Telephones? *Transportation Research Part F*, 8 : 197-211.

De Waard, D., Brookhuis, K.A., et Hernandez-Gress, N. (2001). The feasibility of detecting phone-use related driver distraction. *International Journal of Vehicle Design*, 26 : 85-95.

Dingus, T.A., Klauer, S.G., Neale, V.L., Petersen, A., Lee, S.E., Sudweeks, J., Perez, M.A., Hankey, J., Ramsey, D., Gupta, S., Bucher, C., Doerzaph, Z.R., Jermeland, J., et Knipling, R.R. (2006). *The 100-car naturalistic driving study, phase II – Results of the 100-car field experiment*. Washington (DC) : National Highway Traffic Safety Administration Report DOT HS 810 593.

Dreyer, N.A., Loughlin, J.E., et Rothman, K.J. (1999). Cause-specific mortality in cellular telephone users. *Journal of the American Medical Association*, 282 : 1814-1816.

Dussault, C. (1990). Effectiveness of a selective traffic enforcement program combined with incentives for seat belt use in Québec. *Health Education Research*, 5 : 217-223.

Eby, D.W., et Vivoda, J.M. (2003). Driver hand-held mobile phone use and safety belt use. *Accident Analysis and Prevention*, 35 : 893-895.

Evans, L. (2004). *Traffic Safety*. Science Serving Society : Bloomfield Hills (MI).

Evans, L., et Rothery, R. (1976). Perceptual Thresholds in car following – a comparison of recent measurement with earlier results. *Transportation Science*, 11 : 60-72.

Farrington, D., et Welsh, B.C. (eds). (2001). What works in preventing crime? Systematic reviews of experimental and quasi-experimental research (special issue). *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 578 : 8-13.

Fuse, T., Matsunaga, K., Shidoji, K., Matsuki, Y., et Umezaki, K. (2001). The cause of traffic accidents when drivers use car phones and the functional requirements of car phones for safe driving. *International Journal of Vehicle Design*, 26 : 48-56.

Glassbrenner, D. (2004). *Cell phone use on the roads in 2002*. Report no. DOT HS-809-590. NHTSA : Washington (DC).

Glassbrenner, D. (2005a). *Driver cell phone use in 2004 – overall results*. Traffic Safety Facts Research. Report no. DOT HS-809-847. NHTSA : Washington (DC).

Glassbrenner, D. (2005b). *Driver cell phone use in 2005 – overall results*. Traffic Safety Facts Research Note. Report no. DOT HS-809-967. HHTSA : Washington (DC).

Golden, C., Golden, C.J., et Schneider, B. (2003). Cell phone use and visual attention. *Percept Mot Skills*, 97 : 385-389.

Goodman, M., Bents, F.D., Tijerina, L., Wierwille, W., Lerner, N., et Benel, D. (1997). *An investigation of the safety implications of wireless communications in vehicles*. Report No. DOT HS 808-635. National Highway Traffic Safety Administration : Washington (DC).

Goodman, M.J., Tijerina, L., Bents, F.D., et Wierwille, W.W. (1999). Using cellular telephones in vehicles : Safe or unsafe. *Transportation Human Factors*, 11 : 3-42.

Graham, R., et Carter, C. (2001). Voice dialing can reduce the interference between concurrent tasks of driving and phoning. *International Journal of Vehicle Design*, 26 : 30-47.

Green, P., Hoekstra, E., & Williams, M. (1993). *Further on-the-road tests of driver interfaces : Examination of a route guidance system and car phone* (Tech. Rep. UMTRI 93-35). UMTRI : Ann Arbor (MI).

Gugerty, L., Rakauskas, M., et Brooks, J. (2004). Effects of remote and in-person verbal interactions on verbalization rates and attention to dynamic spatial scenes. *Accid Anal Prev.*, 36 : 1029-1043.

Haigney, D.E., et Taylor, R.G. (1998). *Mobile Phone use Whilst Driving : Phone Operation vs. Vehicle Transmission*. Birmingham (UK) : Royal Society for the Prevention of Accidents. (Récupéré sur l'Internet à <http://search.atomz.com/search/?sp-q=Haigney&sp-k=&sp-a=sp100314bd&sp-p=all&sp-f=ISO-8859-1>. dernier accès 7 janvier 2006).

Haigney, D.E., Taylor, R.G., et Westerman, S.J. (2000). Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance : Task demand characteristics and compensatory processes. *Transportation Research : Part F*, 3 : 113-121.

Hancock, P.A., Simmons, L., Hashemi, L., Howarth, H., et Ranney, T. (1999). The effects of in-vehicle distraction on driver response during a crucial driving manoeuvre. *Transportation Human Factors*, 1 : 295-316.

Hancock, P.A., Lesch, M., et Simons, L. (2003). The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver. *Accid Anal Prev.*, 35 : 501-514.

Harbluk, J.L., Noy, Y.I., et Eizenman, M. (2002). *The impact of cognitive distraction on driver visual behaviour and vehicle control*. Transport Canada : Ottawa (ON).

Horberrry, T., Bubnich, C., Hartley, L., et Lamble, D. (2001). Drivers' use of hand-held mobile phones in Western Australia. *Transportation Research Part F : Traffic Psychology and Behaviour*, 4 : 213-218.

Horrey, W.J., et Wickens, C.D. (2004). Driving and side task performance : The effects of display clutter separation and modality. *Human Factors*, 46 : 611-624.

Horrey, W., & Wickens, C. (2004). *The impact of cell phone conversations on driving : A metaanalytic approach* (Tech. Rep. No. AHFD-04-2/GM-04-1). Institute of Aviation : Savoy (IL).

Institut national de santé publique du Québec (2006). Les Québécois et l'utilisation du cellulaire en conduisant. Québec (QC).

Insurance Corporation of British Columbia (ICBC) (2001). *The Impact of Auditory Tasks (as in hands-free cell phone use) on Driving Performance*. Insurance Corporation of British Columbia (ICBC) : North Vancouver (BC). (Récupéré sur l'Internet à http://www.icbc.com/library/research_papers/cell_phones/index.asp, dernier accès le 7 janvier 2006).

Insurance Institute for Highway Safety. (2005). *Cell phone laws (as off July 2005)*. Arlington (VA). Récupéré sur l'Internet à http://www.iihs.org/laws/state_laws/cell_phones.html. Dernier accès 10 janvier 2006.

Irwin, M., Fitzgerald, C., et Berg, W.P. (2000). Effect of the intensity of wireless telephone conversations on reaction time in a braking response. *Percept Mot Skills*, 90 : 1130-1134.

Ishida, T., et Matsuura, T. (2001). The effect of cellular phone use on driving performance. *IATSS Research*, 25 : 6-14.

Iudice, A., Bonanni, E., Gelli, A., Frittelli, C., Iudice, G., Cignoni, F., Ghicopulos, I., et Murri, L. (2005). Effects of prolonged wakefulness combined with alcohol and hands-free cell phone divided attention tasks on simulated driving. *Hum Psychopharmacol.*, 20 : 125-132.

Jenness, J.W., Lattanzio, R.J., O'Toole, M., Taylor, N., & Pax, C. (2002). Effects of manual versus voice activated dialing during simulated driving. *Perceptual and Motor Skills*, 94 : 363-379.

Johal, S., Napier, F., Britt-Compton, J., et Marshall, T. (2005). Mobile phones and driving. *J Public Health*, 27 : 112-113.

Johnson, B.R., De Li, S., Larson, D.B., et McCullough, M. (2000). A systematic review of the religiosity and delinquency literature : a research note. *Journal of Contemporary Criminal Justice*, 16 : 32-52.

Kubose, T.T., Bock, K., Dell, G.S., Garnsey, S.M., Kramer, A.R., et Mayhugh, J. (2005). The effects of speech production and speech comprehension on simulated driving performance. *Applied Cognitive Psychology*, 20 : 43-63.

Laberge-Nadeau, C., Maag, U., Bellavance, F., Desjardins, D., Messier, S., et Saïdi, A. (2001). *Wireless telephones and the risk of road accidents* (Final report, CRT-2001-16). Laboratoire sur la sécurité des transports, Université de Montreal : Montréal (QC).

Laberge-Nadeau, C., Maag, U., Bellavance, F., Lapierre, S.D., Desjardins, D., Messier, S., et Saïdi, A. (2003). Wireless telephones and the risk of road crashes. *Accid Anal Prev.*, 35 : 649-660.

Lam, L.T. (2002). Distractions and the risk of car crash injury : the effect of driver's age. *J Safety Res.*, 33 : 411-419.

Lamble, D., Kauranen, T., Laakso, M., & Summala, H. (1999). Cognitive load and detection thresholds in car following situations : Safety implications for using mobile telephone (cellular) telephones while driving. *Accident Analysis & Prevention*, 31, 617-623.

Laramée, L., Osborne, V.M., Coleman, P., et Rienzi, B. (2002). Age and distraction by telephone conversation in task performance : Implication for use of cellular telephones while driving. *Perceptual and Motor Skills*, 94 : 391-394.

Lee, J.D., Caven, B., Haake, S., et Brown, T.L. (2001). Speech-based interaction with in-vehicle computers : The effect of speech-based e-mail on drivers' attention to the roadway. *Human Factors*, 43 : 631-64.

Lee, J., McGehee, D., Brown, T., et Reyes, M.L. (2002). Collision warning timing, driver distraction, and driver response to imminent rear-end collisions in a high-fidelity driving simulator. *Human Factor*, 44 : 314-334.

Léger-Marketing / Presse canadienne. (2001). *Les Canadiens et le téléphone cellulaire*. Groupe Léger-Marketing : Montréal (QC).

Lesch, M.F., et Hancock, P.A. (2004). Driving performance during concurrent cell-phone use : are drivers aware of their performance decrements ? *Accid Anal Prev.*, 36 : 471-480.

Lipsey, M.W., et Wilson, D.B. (2000). *Practical Meta-analysis*. Thousand Oaks : Sage Publications Applied Social Research Methods Series volume 49.

Liu, Y. (2003). Effects of Taiwan in-vehicle cellular audio phone system on driver performance. *Safety Science*, 41 : 531-542.

Liu, B-S., et Lee, Y-H. (2005). Effects of car-phone use and aggressive disposition during critical driving manoeuvres. *Traffic Psychology and Behaviour*, 8/4-5 : 369-382.

Maag, U., Laberge-Nadeau, C., Augers, J-F., Bellavance, F., Poirier, L-F., Desjardins, D., et Messier, S. (2006). Les collisions entre 1987 et 1999 : comparaisons entre les personnes utilisatrices du téléphone cellulaire en 1999 et les toujours non-utilisatrices. *Assurance et gestion des risques*, 73 : 443-456.

Matthews, R., Legg, S., et Charlton, S. (2003). The effect of cell phone type on drivers subjective workload during concurrent driving and conversing. *Accid Anal Prev.*, 35 : 451-457.

Mazzae, E.N., Ranney, T.A., Watson, G., et Wightman, J.A. (2000). *Hand-held or hands-free? The effects of wireless phone interface type on phone task performance and driver preference*. East Liberty (OH) : Vehicle Research and Test Center - National Highway Traffic Safety Administration.

McCartt, A.T., Braver, E.R., and Geary, L.L. (2002). *Drivers' Use of Hand-Held Cell Phones Before and After New York State's Cell Phone Law*. Insurance Institute for Highway Safety (IIHS) : Arlington (VA).

McCartt, A.T., et Geary, L.L. (2003). *Longer term effects of New York State's Law on handheld cell phone use*. Insurance Institute for Highway Safety : Arlington (VA).

McCartt, A.T., Braver, E.R., et Geary, L.L. (2003). Drivers' use of handheld cell phones before and after the New York State's cell phone law. *Prev Med.*, 36 : 629-635.

McCartt, A.T., et Geary, L.L. (2004). Longer term effects of New York State's law on drivers' handheld cell phone use. *Inj Prev.*, 10 : 11-15.

McCartt, A.T., Hellinga, L.A., et Braitman, K.A. (2005). *Cell Phones and Driving : Review of Research*. Insurance Institute for Highway Safety : Arlington (VA).

McEvoy, S.P., Stevenson, M.R., McCartt, A.R., Woodward, C.H., Palamara, P., et Cercarelli, R. (2005). Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance : a case-crossover study. *BMJ*, 331 : 428-432.

McKnight, A.J., and McKnight, A.S. (1991). *The effect of cellular phone use upon driver attention*. Landover (MD) : National Public Services Research Institute. (Récupéré sur l'Internet à <http://www.aaafoundation.org/resources/index.cfm?button=research>, dernier accès 7 janvier 2006).

McKnight, J.A., & McKnight, S.A. (1993). The effect of cellular phone use upon driver safety. *Accident Analysis & Prevention*, 25 : 259-265.

McPhee, L.C., Scialfa, C.T., Dennis, W.M., Ho, G., et Caird, J.K. (2004). Age differences in visual search for traffic signs during a simulated conversation. *Human Factors*, 46 : 674-685.

National Highway Traffic Safety Administration (1997). *An investigation of the safety implications of wireless communications in vehicles*. Report DOT HS 808-635. Washington (DC).

National Highway Traffic Safety Administration (2002). Those injured in a crash are twice as likely to be hospitalized if not wearing their seat belts. *Traffic TECH*, 276 : 2p.
Neale, V.L., Klauer, S.G., Knippling, R.R., Dingus, T.A., Holbrook, G.T., et Petersen, A. (2002). *The 100-car naturalistic driving study; phase I – Experimental Design*. Washington (DC) : National Highway Traffic Safety Administration Report no HS 809 536.

Neale, V.L., Dingus, T.A., Klauer, S.G., Sudweeks, J., Goodman, M. (2006). An overview of the 100-car naturalistic study and findings. National Highway Traffic Safety Administrations Paper Number 05-0400.

Nunes, L., et Recarte, M.A. (2002). Cognitive demands of hands-free-phone conversation while driving. *Transportation Research : Part F*, 5 : 133–144.

Parkes, A.M., et Hooijmeijer, V. (2000). *The Influence of the Use of Mobile Phones on Driver Situation Awareness*. In the Online Proceedings of NHTSA's 2000 Driver Distraction Internet Forum. (Récupéré sur l'Internet à <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-13/DriverDistraction.html>, dernier accès 7 janvier 2006).

Parkes, A.M., et Hooijmeijer, V. (2001). Driver situation awareness and car phone use. *Proceedings of the 1st Human-Centered Transportation Simulation Conference* (ISSN 1538-3288). University of Iowa : Iowa City (IA).

Parkes, A.M., et Ward, N. (2001). Case study : a safety and usability evaluation of two different carphone designs. *International Journal of Vehicle Design*, 26 : 12-29.

Patten, C.J., Kircher, A., Ostlund, J., et Nilsson, L. (2004). Using mobile telephone : cognitive workload and attention resource allocation. *Accid Anal Prev.*, 36 : 341-350.

Radeborg, K., Briem, V., et Hedman, L.R. (1999). The effect of concurrent task difficulty on working memory during simulated driving. *Ergonomics*, 42 : 767–777.

Rajalin, S., Summala, H., Poeysti, L., Anteroinen, P., et Porter, B.E. (2005). In-car cell phone use and hazard following hands free legislation. *Traffic Injury Prevention*, 6 : 225-229.

Rakauskas, M.E., Gugerty, L.J., et Ward, N.J. (2004). Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance. *Journal of Safety Research*, 35 : 453-464.

Ranney, T., Mazzae, E., Garrott, R., et Goodman, M.J. (2000). *NHTSA driver distraction research : past present, and future*. East Liberty (OH) : Transportation Research Center Inc.

Ranney, T., Watson, G., Mazzae, E.N., Papelis, Y.E., Ahmad, O., & Wightman, J.R. (2004). *Examination of the distraction effects of wireless phone interfaces using the National Advanced Driving Simulator-Preliminary report on freeway pilot study* (Pre. No. DOT 809 737) : National Highway Transportation Safety Administration : East Liberty (OH).

Recarte, M.A., et Nunes, L.M. (2000). Effects of verbal and spatial imagery tasks on eye fixations while driving. *Journal of Experimental Psychology : Applied*, 6 : 31–43.

Recarte, M.A. et Nunes, L.M. (2003). Mental workload while driving : Effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology : Applied*, 9 : 119-137.

Redelmeier, D.A., et Tibshirani, R.J. (1997). Association between cellular telephone calls and motor vehicle collisions. *New England Journal of Medicine*, 336 : 453-458.

Reed, M. P., & Green, P.A. (1999). Comparison of driving performance on-road and in a lowcost simulator using a telephone dialing task. *Ergonomics*, 42 : 1015–1037.

Reinfurt, D.W., Huang, H.F., Feaganes, J.R., et Hunter, W.W. (2001). *Cell phone use while driving in North Carolina*. Highway Safety Research Center : Chapel Hill (NC).

Rockwell, T.H. (1972). Skills, judgement and information acquisition in driving. In T.W. Forbes, ed., *Human Factors in Highway Traffic Safety Research*, 133-164. Wiley-Interscience : New-York (NY).

Royal Society of the Prevention of Accidents. (2002). *The risk of using a mobile phone while driving*. Birmingham (EN).

Salvucci, D.R. (2001). Predicting the effects of in-car interface use on driver performance : an integrated model approach. *Int. J. Human-Computer Studies*, 55 : 85-107.

Salminen, S., et Lahdeniemi, E. (2002). Risk factors in work-related traffic. *Transportation Research Part F*, 5 : 77-86.

Salzberg, P. (2002). *Cell Phone Use by Motor Vehicle drivers in Washington State*. Washington Traffic Safety Commission : Olympia Washington (DC).

Sergerie, D. (2005). La vitesse au volant : son impact sur la santé et des mesures pour y remédier. Synthèse des connaissances. Québec (QC) : Institut national de santé publique du Québec.

Shinar, D., Tractinsky, N., et Compton, R.C. (2002). *Practice with a cell-phone task in simulated driving*. Proceeding of the 2002 Transportation Research Board Annual Conference. Washington (DC).

Shinar, D., Tractinsky, N., et Compton, R. (2004). *Effects of practice from an auditory task while driving : A simulation study*. Washington (DC) : U.S. Department of Transportation-National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) (DOT HS 809 826).

Shinar, D., Tractinsky, N., et Compton, R. (2005). Effects of practice, age, and task demands, on interference from a phone task while driving. *Accid Anal Prev.*, 37 : 315-326.

Simpson, H.M. (2005). *Distracted driving : How can we prove it's a problem?* International Conference on Distracted Driving. Toronto (ON).

Slick, R., Cady, E.T., et Tran, T.Q. (2004). *Workload changes in teenaged drivers driving with distraction*. Proceedings of the Third International Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design.

Smiley, A. (1999). *Driver Speed Estimation : What Road Designer should Know*. Paper presented at Transportation Research Board 78th Annual Meeting. Workshop Role of Geometric Design and Human Factors in Setting Speed. <http://www.hfn.ca/driver.htm>.

Société de l'assurance automobile du Québec. (2005). *Étude sur l'utilisation du téléphone cellulaire au volant*. Québec (QC) : Société de l'assurance automobile du Québec.

Société de l'assurance automobile du Québec (2006). *Mémoire déposée à la Commission des transports et de l'environnement portant sur le document de consultation « La sécurité routière au Québec : les cellulaires au volant, la vitesse excessive, les motocyclistes et les conditions hivernales*. Québec (QC).

Société de l'assurance automobile du Québec (2006). *Bilan 2005 – Dossier statistique*. Québec (QC) : Société de l'assurance automobile du Québec.

Spence, C., et Read, L. (2003). Speech shadowing while driving : On the difficulty of splitting attention between eye and ear. *Psychological Science*, 14 : 251-256.

Stevens, A., et Minton, R. (2001). In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales. *Accident Analysis and Prevention*, 33 : 539-545.

Strayer, D.L. (2005). *Driven to distraction*. International Conference on Distracted Driving. Toronto (ON).

Strayer, D.L., et Johnson, W.A. (2001). Driven to distraction : dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular phone. *Psychol Sci.*, 12 : 462-466.

Strayer, D.L., Drews, F.A., et Johnson, W.A. (2003). Cell phone-induced failures of visual attention during simulated driving. *J Exp Psychol.*, 9 : 23-32.

Strayer, D.L., et Drews, F.A. (2004). Profiles in driver distraction : Effects of cell phone conversations on younger and older driver. *Hum Factors*, 46 : 640-649.

Strayer, D.L., Cooper, J.M., Drews, F.A. (2004). *What Do Drivers Fail to See When Conversing on a Cell Phone?* In the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 48th Annual Meeting. Human Factors and Ergonomics Society (HFES) : Santa Monica (CA).

Strayer, D.L., Drews, F.A., et Crouch, D.J. (2004). *A comparison of the cell phone driver and the drunk driver* (Working Paper 04-13). Washington (DC) : AEI-Brookings Joint Center for Regulatory Studies. (Récupéré sur l'Internet à <http://www.aei.brookings.org/admin/authorpdfs/page.php?id=1006>, dernier accès 7 janvier 2006).

Stutts, J. (2005). *How risky is distracted driving? What crash data reveals*. Toronto (ON) : International Conference on Distracted Driving.

Stutts, J.C., Reinfurt, D.W., Staplin, L., et Rodgman, E.A. (2001). *The role of driver distraction in traffic crashes*. Washington (DC) : AAA Foundation for traffic Safety.

Stutts, J.C., Huang, H.F., et Hunter, W.W. (2002). *Cell phone use while driving in North Carolina : 2002 update report*. North Carolina : North Carolina Governor's Highway Safety Program.

Stutts, J.C., et Hunter, W.W. (2003). Inattention, driver distraction and traffic crashes. *ITE Journal*, 73 : 34-45.

Stutts, J., Feaganes, J., Rodgman, E., et Hamlett, C. (2003). *Distractions in everyday driving*. AAA Foundation for Traffic Safety : Washington (DC).

Sussman, E.D., Bishop, H., Madnick, B., et Walter, R. (1995). Driver inattention and highway safety. *Transportation Research Record*, 1047 : 40-48.

Taylor, D.M., Bennett, D.M., Carter, M., et Garewal, D. (2003). Mobile telephone use among Melbourne drivers : A preventable exposure to injury risk. *Public Health*, 111 : 423-428.

Traffic Injury Research Foundation of Canada. (2004). *Alcohol-Crash problem in Canada : 2002*. Ottawa (ON).

Transport Canada. (2003). *Stratégies visant à réduire la distraction des conducteurs cause par les dispositifs télématiques de bord*. Transport Canada : Ottawa (ON).

Trbovich, P., et Harbluk, J.L. (2003). *Cell phone communication and driver visual behaviour : The impact of cognitive distraction*. CHI 2003 : New Horizons, pp. 728-729. (Récupéré sur l'Internet à www.carleton.ca/hotlab/hottopics/PDF/trbovich_harbluk.pdf, dernier accès 7 janvier 2006).

Utter, D. (2001). *Passenger vehicle driver cell phone use : Results from the fall 2000 national occupant protection use survey*. Report no DOT HS-809-293. NHTSA : Washington (DC).

Vanlaar, W. (2005). *Legislation, Regulation and Enforcement for Dealing with Distracted Driving in Europe*. International Conference on Distracted Driving : Toronto (ON).

Vickers, A.J. (2003). How many repeated measures in repeated measures designs? Statistical issues for comparative trials. *BMC Medical Research Methodology*, 3 : 22-30.

Violanti, J.M., et Marshall, J.R. (1996). Cellular phones and traffic accidents : An epidemiological approach. *Accident Analysis and Prevention*, 28 : 265-270.

Violanti, J.M. (1997). Cellular phones and traffic accidents. *Public Health*, 111 : 423-428.

Violanti, J.M. (1998). Cellular phones and fatal traffic collisions. *Accident Analysis and Prevention*, 30 : 519-524.

Vollrath, M., Meilinger, T., et Kruger, H.P. (2002). How the presence of passengers influences the risk of collision with another vehicle. *Accid Anal Prev.*, 34 : 649-654.

Wang, J-S., Knipling, R.R., et Goodman, M.J. (1996). *The role of driver inattention in crashes : new statistics from the 1995 Crashworthiness Data System*. Proceedings of the 40th Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine, 377-392. Association for the Advancement of Automotive Medicine : Des Plaines (IL).

Weisburd, D., Lum, C.M., et Petrosino, A. (2001). Does research design affect study outcomes in criminal justice? *Annals of the American Academy of Political and Sociological Sciences*, 578 : 50-70.

Wierville, W.W., et Tijerina, L. (1996). An analysis of driving accident narratives as a means of determining problems caused by in-vehicle visual allocation and visual workload. In A.G. Gales, I.D. Brown, C.M. Haslegrave, I Moorhead, et S. Taylor, eds., *Vision in Vehicles – III*, 79-86. Elsevier : Amsterdam.

Wilde, D.J.S. (1988). Risk homeostasis theory and traffic accidents : propositions, deductions and discussion of dissension in recent reactions. *Ergonomics*, 31 : 441-468.

Wilde, D.J.S. (1994). *Target risk : dealing with the danger of death, disease and damage in everyday decisions*. Toronto (ON) : PDE Publications.

Wilson, J., Cooper, P., Fang, M., and Wiggins, S. (2002). *Collision and Violation Involvement of drivers Who Use Cellular Telephones (Technical Report)*. Insurance Corporation of British Columbia (ICBC) : North Vancouver (BC).

Wilson, J., Fang, M., Wiggins, S., et Cooper, P. (2003). Collision and violation involvement of drivers who use cellular telephones. *Traffic Inj Prev.*, 4 : 45-52.

Wolf, F.D. (1986). *Meta-Analysis : Quantitative Methods for Research Synthesis*. Series : Quantitative Application for the Social Sciences. Sage University Paper : Newbury Park (CA).

Wolffsohn, J.S., McBrien, N.A., Edgar, G.K., et Stout, T. (1998). The influence of cognition and age on accommodation, detection rate and response times when using a car head-up display. *Ophthalmic Physiol Opt.*, 18 : 243-253.

Woo, T.H., et Lin, J. (2001). Influence of mobile phone use while driving. *IATSS Research*, 25 : 15-19.

