

Stratégie d'expérimentation de systèmes d'adaptation intelligente de la vitesse et d'enregistreurs de données de vitesse

Projet R737

Rapport FINAL

Réalisé pour le compte du ministère des Transports du Québec

Mars 2016

Ce document a été préparé par une équipe de travail composée de :

Université de Sherbrooke	Etienne Morin, M.Sc. Jean-François Bruneau, M.Sc. Goze Bertin Bénié, Ph.D.
Polytechnique Montréal	Nicolas Saunier, DrSc, ing. Nadia Boujilali Érick Abraham, M.ing., ing. Julien Dufort, M.ing., ing.
Université de Montréal Faculté de droit	Pierre Trudel
HEC Montréal	François Bellavance, Ph.D.
Université McGill	Luis Miranda-Moreno, Ph.D. Farida Saad, Ph.D.

La présente étude a été réalisée à la demande du ministère des Transports du Québec et financée par ce dernier.

Les opinions exprimées dans le présent rapport n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les positions du ministère des Transports du Québec.

SYNTHÈSE DES CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les technologies embarquées liées à la vitesse sont utilisées depuis plusieurs années pour la gestion de la vitesse sous la forme d'enregistreurs à mémoire temporaire ou permanente et de systèmes d'assistance à la conduite.

Les enregistreurs de données de vitesse (EDV) qui constituent des enregistrements exhaustifs des données de vitesse sont principalement utilisés à des fins de recherche pour la compréhension du comportement du conducteur, pour l'évaluation du risque en assurance dans le cadre des programmes d'assurance basée sur l'usage et dans le contexte de l'optimisation de la gestion de flotte de véhicules. Le degré de performance des EDV dépend des objectifs d'utilisation et de l'exploitation des données volumineuses produites.

Depuis le début des années 1990, des systèmes d'adaptation intelligente de la vitesse (SAIV) ont été évalués dans plusieurs pays, surtout en Europe (et jamais au Québec). Ces systèmes comparent la vitesse du véhicule à la limite de vitesse en vigueur sur la section de route où il se trouve. Ils présentent des caractéristiques variées, qui influencent, de façon plus ou moins intrusive le conducteur en mobilisant sa perception visuelle, auditive ou haptique pour l'informer en cas d'excès de vitesse. Les SAIV actifs agissent directement sur la pédale d'accélérateur, voire de frein, en plus de fournir une information au conducteur. Les nombreuses expérimentations ont démontré que la technologie des différents types de SAIV est mature, mais la principale limite concerne la connaissance de la limite de vitesse à l'endroit où se trouve le véhicule. Or les données actuellement disponibles au Québec ne permettent pas de connaître avec précision sur l'ensemble du réseau routier les limites de vitesse en vigueur en tout temps (limites de vitesse fixes, variables, et temporaires dans les zones de travaux routiers).

Bien que ces technologies puissent être perçues comme une perte de liberté, l'acceptabilité de ces systèmes peut être améliorée en proposant des incitatifs financiers ou une reconnaissance de compétence. La performance des systèmes dépend beaucoup des caractéristiques de leur mise en application qui doivent prendre en considération les particularités des infrastructures et des comportements dans le pays en question.

L'investigation des enjeux juridiques et éthiques dans le monde, au Canada et au Québec, révèle que les données de vitesse collectées par un EDV ou utilisées par un SAIV peuvent constituer des données à caractère personnel. En plus des exigences de protection des renseignements personnels, les utilisations des informations collectées et générées par ces systèmes doivent être divulguées et connues des usagers. De plus, l'utilisateur doit en principe avoir accès aux informations qui le concernent ou encore qu'il produit du fait de l'utilisation de son véhicule. Lorsque le recours aux SAIV et aux EDV est imposé par la Loi, il faut s'assurer que les restrictions qui en découlent pour le respect

des droits fondamentaux reposent sur des justifications suffisantes et raisonnables.

Plusieurs sources de données sont disponibles pour évaluer la perception des Québécois vis-à-vis de la vitesse : les sondages de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) sur la perception de la sécurité routière et sur les campagnes de sensibilisation sur la vitesse. Cependant, aucune étude ne porte spécifiquement sur les effets d'une technologie embarquée en lien avec la mesure et le contrôle de la vitesse et sur les perceptions des conducteurs québécois à l'égard de ces technologies. L'analyse des données d'accidents et des infractions indiquent que les EDV et SAIV auraient selon toute vraisemblance des impacts notables sur la sécurité routière selon leur taux de pénétration.

En conclusion, les systèmes les plus prometteurs pour la gestion de la vitesse et la sécurité routière sont les EDV et les SAIV, ainsi que les véhicules autonomes (VA) puisqu'ils remplaceraient partiellement ou complètement le conducteur, éliminant tout ou partie de ses erreurs, et respecteraient les limites de vitesse. Ces technologies embarquées auront très probablement des impacts positifs sur les comportements des conducteurs et sur la sécurité routière, mais celles-ci devraient être évaluées au Québec en fonction des particularités des systèmes, du contexte (par exemple les conditions hivernales) et de l'acceptabilité des conducteurs québécois. C'est pourquoi trois expérimentations sont identifiées à la fin de ce projet sur les dispositifs les plus prometteurs et des plateformes nécessaires à leur déploiement ou à l'analyse des données produites qui pourraient ne pas voir le jour en l'absence de volonté publique :

1. Le développement d'une plateforme cartographique des limites de vitesse pour l'ensemble du réseau routier permettant le déploiement de SAIV ;
2. Le développement d'une plateforme de diagnostic en continu de la sécurité routière à partir des données d'EDV ;
3. L'évaluation des impacts des VA.

Les acteurs du transport routier doivent ainsi prendre les mesures nécessaires pour saisir ces opportunités qui permettent enfin d'entrevoir un futur sans accidents de la route.

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction.....	1
2	La diversité des technologies embarquées liées à la vitesse	3
2.1	La mesure de la vitesse.....	3
2.1.1	Mise en contexte de la mesure de la vitesse	3
2.1.2	Terminologie et indicateurs basés sur la mesure de la vitesse ...	3
2.2	Les liens entre la vitesse et la sécurité routière.....	5
2.2.1	Le rapport entre la vitesse et les accidents de la route	5
2.2.2	La vitesse excessive.....	7
2.3	La typologie des technologies embarquées liées à la vitesse	9
2.3.1	Les enregistreurs pour les historiques de conduite	10
2.3.2	Les dispositifs pour la compilation des données	12
2.3.3	Les systèmes d'assistance à la conduite	14
2.3.4	Les systèmes d'aide au choix de la vitesse	15
2.4	Les critères d'évaluation des technologies embarquées liées à la vitesse.....	16
2.4.1	Les objectifs d'utilisation des technologies.....	16
2.4.2	Les aspects technologiques des dispositifs	18
2.4.3	L'acceptabilité par les utilisateurs	20
2.4.4	Les considérations relatives à la gouvernance	21
2.4.5	La mesure des impacts des technologies embarquées.....	21
3	Les expériences internationales en matière d'EDV et SAIV	23
3.1	L'utilisation des enregistreurs de données de vitesse	23
3.1.1	Les objectifs d'utilisation des EDV	23
3.1.2	Les aspects technologiques des EDV.....	24
3.1.3	L'acceptabilité des EDV par les conducteurs	25
3.1.4	Le déploiement de certains types d'EDV	26
3.1.5	La performance des EDV	29
3.2	Des expérimentations de SAIV depuis 1990.....	32
3.2.1	Les objectifs d'utilisation des SAIV	35
3.2.2	Les aspects technologiques des SAIV.....	37
3.2.3	L'acceptabilité des SAIV par les conducteurs	41

3.2.4	La gouvernance des projets et le déploiement potentiel des SAIV 44	
3.2.5	La performance des SAIV.....	45
4	Les enjeux juridiques et éthiques.....	50
4.1	La sécurité des systèmes	51
4.2	Les participants à un système de SAIV ou d'EDV.....	51
4.2.1	La qualification des informations.....	53
4.2.2	L'identification des véhicules et des personnes	54
4.2.3	La protection des renseignements personnels dans le cadre de l'assurance télématique	55
4.3	Le cycle de traitement de l'information dans les SAIV et EDV	56
4.3.1	La collecte d'information	56
4.3.2	La création d'information nouvelle	60
4.3.3	La conservation des informations	61
4.3.4	Les obligations lorsqu'un document technologique est confié à un tiers	63
4.3.5	La consultation : qui peut accéder aux informations	64
4.3.6	La transmission	70
4.4	Constats généraux quant aux enjeux et risques des SAIV et EDV... 70	
5	Le développement des technologies embarquées liées à la vitesse au Québec.....	72
5.1	L'utilisation des enregistreurs de vitesse au Québec	72
5.1.1	L'utilisation des EDV dans le cadre de la télémétrie véhiculaire	72
5.1.2	L'utilisation des EDV en assurance télématique	73
5.2	Les systèmes d'aide au choix de la vitesse actuellement utilisés ou disponibles au Québec.....	77
5.2.1	Les limiteurs de vitesse pour les camions lourds	77
5.2.2	L'utilisation des SAIV au Québec.....	78
5.3	L'évolution des véhicules vers l'autonomisation.....	79
5.4	Les possibilités d'intégration de données de limite de vitesse au Québec	79
5.4.1	La géobase d'Adresses Québec.....	79
5.4.2	Le système de Gestion des limites de vitesse du ministère des Transports (GLV).....	83
5.4.3	Les données ouvertes	83

5.4.4	La mise à jour ou la validation des données de limite de vitesse	84
6	L'évolution du comportement des conducteurs et l'ampleur des gains potentiels	86
6.1	Les sondages réalisés au Québec	86
6.1.1	Les rapports d'étude sur la perception des Québécois à l'égard de la sécurité routière	86
6.1.2	Les sondages de perception de la vitesse par les Québécois	87
6.2	Les premiers bilans des expériences d'assurance télématique	89
6.3	Potentiel de l'impact des technologies embarquées sur la sécurité routière	91
6.3.1	L'évolution des accidents liés à la vitesse au cours des dix dernières années	91
6.3.2	L'évolution des infractions liées à la vitesse	100
6.3.3	L'évolution des limites de vitesse en zone urbaine au Québec	101
6.3.4	Les EDV et les SAIV les plus performants	103
6.3.5	L'impact envisagé des EDV/SAIV au Québec	107
7	Les considérations pour l'implantation de systèmes au Québec	114
7.1	Les technologies embarquées de mesure de la vitesse en tant que STI	114
7.1.1	Les systèmes de transports intelligents	114
7.1.2	Finalité et modèles de l'architecture canadienne des STI	114
7.2	Les intervenants à mobiliser au Québec	115
7.2.1	Les acteurs en gouvernance	115
7.2.2	Les fournisseurs de solutions	116
7.2.3	Les institutions de recherche	116
7.2.4	Les entités consultatives	116
8	Conclusion	120
8.1	Bilan général	120
8.2	La situation au Québec	121
8.3	Recommandations et perspectives	122
	Références	125
	Annexe : Propositions de projet pilote	132

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Proportion des accidents mortels pour lesquels la vitesse est un facteur prépondérant (IRTAD, 2014)	6
Tableau 2 : Variété des technologies embarquées en lien avec la mesure de la vitesse	11
Tableau 3 : Liste des principaux programmes d'assurance télématique en 2013	28
Tableau 4 : Estimation de la performance des enregistreurs de données d'événement (Hynd et al., 2014).....	31
Tableau 5 : Inventaire des expérimentations de SAIV (triées selon la date de début de l'expérimentation)	33
Tableau 6 : Types de signaux utilisés pour les principales expérimentations de SAIV.....	40
Tableau 7 : Différentes composantes pour la sollicitation de l'attention (système informatique)	41
Tableau 8 : Réduction (en km/h) de la vitesse moyenne suite à l'utilisation de SAIV	49
Tableau 9 : Particularités des programmes d'assurance télématique au Québec	75
Tableau 10 : Répartition du réseau routier d'AQ selon l'autorité responsable	82
Tableau 11 : Écarts de répartition (points de %) entre les accidents liés à la vitesse et ceux liés à d'autres causes.....	99
Tableau 12 : Proportion des cinq types de contraventions les plus courants en 2013	100
Tableau 13 : Vitesse moyenne déclarée dans les zones urbaines selon la limite de vitesse - Enquêtes annuelles SAAQ	102
Tableau 14 : Impacts sur la sécurité routière des EDR (selon Hynd et al., 2014)	108
Tableau 15 : Impacts des SAIV sur la sécurité routière selon Carsten et al. (2004).....	110
Tableau 16 : Réductions du nombre d'accidents pour des SAIV implantés dans plusieurs pays	111
Tableau 17 : Évaluation de la réduction du nombre d'accidents (arrondi à un nombre entier) en déployant un SAIV	113
Tableau 18 : Inventaire des expertises des partenaires potentiels	118
Tableau 19 : Résumé des propositions de projet pilote	123

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Composantes de l'assistance à la conduite.....	14
Figure 2 : Composantes technologiques structurantes	19
Figure 3 : Proportion des accidents corporels au Québec en lien avec la vitesse, par année.....	92
Figure 4 : Répartition des accidents corporels par limite de vitesse autorisée (de 2000 à 2011)	93
Figure 5 : Répartition des accidents selon la gravité.....	94
Figure 6 : Répartition des accidents selon les conditions météorologiques.....	94
Figure 7 : Répartition des accidents par genre d'accident.....	96
Figure 8 : Répartition des accidents par moment de la journée.....	96
Figure 9 : Répartition des accidents par type de surface	97
Figure 10 : Proportions de l'importance des excès de vitesse d'après les infractions de 2001 à 2013	101

ACRONYMES

AQ	Adresses Québec
AIPCR	Association mondiale de la route
CSR	Code de la sécurité routière
EDR	Enregistreur de données lors d'accident (<i>Event Data Recorder</i>)
EDV	Enregistreur de données de vitesse
OBDII	Interface standard de diagnostic embarqué (<i>On-Board Diagnostic</i>)
MTQ	Ministère des Transports du Québec (le ministère des Transports a été renommé « ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports » annoncé le 08 février 2016)
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
SAIV	Système d'adaptation intelligente de la vitesse
STI	Système de transport intelligent
VA	Véhicule autonome

1 INTRODUCTION

La gestion de la vitesse de circulation sur le réseau routier est une préoccupation majeure dans de nombreux pays, car la vitesse de la circulation est un facteur important de mobilité et a des impacts importants sur la capacité des routes, leur sécurité, la consommation d'énergie et l'environnement (émissions, bruit, etc.). Ce projet se concentre sur les stratégies et surtout les technologies permettant la gestion de la vitesse et l'amélioration de la sécurité routière, entre autres par le respect des limites de vitesse. Plusieurs technologies ont été utilisées au cours des dernières décennies afin de mieux comprendre la vitesse pratiquée par le conducteur¹ ou dans le but de relever et de sanctionner les excès de vitesse. Les systèmes de mesure, situés à un point particulier du réseau routier, comme les boucles de comptage et les dispositifs de télédétection (« radars »), sont les plus connus. Une autre catégorie de technologies permet des mesures à l'intérieur des véhicules et offre un fort potentiel pour la compréhension du comportement du conducteur, pour la surveillance en continu de la conduite et pour l'amélioration de l'assistance au conducteur.

Ce projet cible tout particulièrement les technologies dites embarquées et s'est principalement orienté vers deux types d'instrumentation : le premier type de dispositif regroupe les enregistreurs de données de vitesse (EDV) qui permettent de réaliser une analyse des mesures de la vitesse auxquelles sont généralement associées les données de localisation du véhicule. Le second type de dispositif, appelé système d'adaptation intelligente de la vitesse (SAIV) qui est une traduction du terme anglais *Intelligent Speed Adaptation* (ISA), est une technologie qui mesure instantanément l'écart entre la vitesse du véhicule et la limite de vitesse de la route où celui-ci circule. Cette technologie vise à dissuader le conducteur de commettre un excès de vitesse.

La revue de la littérature ne s'est cependant pas limitée à ces deux types de systèmes, mais a considéré toute technologie, tout système de transport intelligent (STI), pouvant les remplacer, c'est-à-dire pouvant avoir des impacts sur la vitesse et la sécurité au moins aussi importants que les SAIV et EDV. C'est ainsi qu'ont été considérés les véhicules autonomes (VA) : bien qu'ils ne tombent pas strictement dans la catégorie des systèmes de collecte et gestion de la vitesse, ils constituent le système ultime d'aide à la conduite, intègrent, entre autres, les fonctions d'un SAIV et rendent les systèmes de collecte de données sur le comportement des usagers comme les EDV inutiles. Par ailleurs, les technologies utilisées dans le cadre de la répression en sécurité routière, y compris les radars mobiles qui se situent dans un véhicule banalisé et mesurent la vitesse des autres véhicules à différents points du réseau, n'ont pas été considérées dans le rapport.

¹ Le masculin est utilisé dans tout le texte pour désigner tout conducteur ou conductrice, indépendamment de son sexe, et éviter d'alourdir la lecture.

L'objectif principal du projet est de recenser les connaissances sur les SAIV, EDV et tout système d'aide à la conduite pouvant améliorer la gestion de la vitesse et la sécurité routière. Une attention particulière est portée aux risques, aux défis et aux facteurs de succès liés aux aspects suivant :

- les aspects technologiques : le principe de fonctionnement, les composantes à installer, les données collectées, le traitement des données, les limites technologiques ;
- les aspects sociaux : plus particulièrement l'acceptabilité par les conducteurs et par la société en général ;
- les aspects juridiques et éthiques : le cadre réglementaire (la législation existante, la conformité des véhicules, la protection des données personnelles, les droits fondamentaux des personnes ;
- les aspects organisationnels : les intervenants impliqués, la gouvernance des projets.

Ce document, articulé en deux volets principaux, présente dans un premier temps les éléments descriptifs des technologies embarquées de mesure de la vitesse (deuxième partie), les expérimentations internationales concernant particulièrement les SAIV et les EDV (troisième partie), ainsi que les aspects législatifs et éthiques à considérer (quatrième partie).

Le deuxième volet a identifié les systèmes les plus performants en termes d'impact sur la vitesse et la sécurité routière et a évalué la faisabilité du déploiement de ces technologies dans le contexte québécois.

La faisabilité du déploiement de ces technologies dépend du développement des technologies embarquées en lien avec la vitesse au Québec, y compris de la disponibilité et la qualité des données des limites de vitesse sur le réseau routier (cinquième partie). Elle dépend aussi de l'acceptabilité par les usagers de ces nouvelles technologies, qui a été abordée à l'aide d'enquêtes sur la perception de la vitesse réalisées par la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), de données d'accident et sur les infractions (sixième partie). Enfin, plusieurs aspects de l'implantation des systèmes et de leur déploiement au Québec sont abordés dans une septième partie.

Trois propositions de projets d'expérimentation des technologies les plus prometteuses pour le contrôle de la vitesse et la sécurité routières au Québec sont finalement présentées en conclusion.

2 LA DIVERSITÉ DES TECHNOLOGIES EMBARQUÉES LIÉES À LA VITESSE

La vitesse est une donnée qui peut être mesurée à l'intérieur d'un véhicule de différentes façons et pour des motifs variés. Cette partie du rapport présente une typologie des technologies en rapport avec la mesure de la vitesse. Chacune d'entre elles sera tout d'abord définie avant d'être placée dans différents contextes permettant de les évaluer : objectif d'utilisation, caractéristiques techniques de leurs composantes, acceptabilité de celles-ci par les conducteurs et aspects relatifs à la gouvernance pour leur déploiement, leur régulation ou leur expérimentation.

2.1 La mesure de la vitesse

2.1.1 *Mise en contexte de la mesure de la vitesse*

La vitesse d'un véhicule change continuellement dans l'espace et dans le temps. Elle varie en fonction d'un grand nombre de facteurs propres à l'infrastructure et la circulation environnante, dont la géométrie de la route, la limite de vitesse, la densité de la circulation, la vitesse et le comportement des autres conducteurs, leurs interactions et les conditions météorologiques. Plusieurs travaux ont mis en relief la complexité de la relation entre la vitesse pratiquée par le conducteur et les facteurs qui influencent son choix de vitesse, ainsi que le défi apporté par cette modélisation ([Warner, 2006](#) ; [Montela et al., 2014](#)). Par conséquent, plusieurs organisations publiques et privées se sont intéressées à la collecte de données à l'intérieur du véhicule, pour tenter de réguler la vitesse pratiquée par le conducteur, dans un but de sécurité routière, d'optimisation d'ordre économique ou de diminution de l'empreinte environnementale des transports routiers ([Toledo et al., 2008](#)).

Les technologies de mesure de la vitesse ont progressivement évolué, d'abord pour permettre au conducteur de connaître la valeur précise de la vitesse pendant le déplacement du véhicule, pour mesurer la vitesse d'un ensemble de véhicules passant à un endroit particulier du réseau routier à l'aide d'un capteur fixe, ou encore pour être en mesure d'analyser la variation des valeurs de vitesse pour un véhicule instrumenté qui se déplace sur un trajet.

Ainsi il existe à l'heure actuelle une grande variété de dispositifs dont l'objectif est de collecter des données, dont la mesure de la vitesse fait souvent partie, sur un véhicule ou un ensemble de véhicules, à un point du réseau ou en continu pendant une période de temps. Ces mesures sont ensuite utilisées pour surveiller, comprendre et influencer le comportement du conducteur. Les données collectées font donc l'objet d'analyses ayant recours à des indicateurs liés à la vitesse dont il est important de rappeler la signification.

2.1.2 *Terminologie et indicateurs basés sur la mesure de la vitesse*

La mesure et les indicateurs de vitesse d'un véhicule, auxquels se rapporte l'ensemble de la littérature traitant de la mesure de la vitesse, se réfèrent à trois composantes principales :

- La vitesse instantanée qui est définie par la vitesse d'un véhicule $i v_i(x)$ en un point x de la route (coordonnées curvilignes de la route représentée en une dimension) et peut être obtenue par différentiation de mesures régulières de la position du véhicule dans le temps;
- Le calcul d'une statistique descriptive agrégée des vitesses instantanées en un point de la route ou des vitesses moyennes sur un parcours d'un ensemble de véhicules pendant un intervalle de temps : les indicateurs les plus courants sont la moyenne, la médiane et le 85^{ème} centile, soit la vitesse à laquelle circule le 85^{ème} conducteur d'un groupe de 100;
- La circulation libre est la situation au cours de laquelle les conducteurs ont le choix de la vitesse qu'ils pratiquent, sans avoir à adapter leur vitesse en fonction des conditions de circulation telle la présence d'autres conducteurs.

La vitesse pratiquée (traduction d'*operating speed*) correspond, quant à elle, à la vitesse réelle du véhicule.

La limite de vitesse des véhicules sur un tronçon routier peut également être caractérisée de plusieurs façons, et les vitesses suggérées et obligatoires sur le réseau routier sont associées à un ensemble de termes ayant une signification précise dans la littérature ([Transportation Research Board, 1999](#) ; [Donnell et al., 2009](#) ; [OCDE ,2006](#)) :

- La vitesse de conception correspond à la vitesse de base dans les normes québécoises, soit « la vitesse constante la plus élevée à laquelle le tronçon de route peut être parcouru avec sécurité et confort lorsque les facteurs ne dépendent que de la géométrie de la route. C'est en fonction de cette valeur que la conception des différents aménagements est effectuée » (en pratique, cette vitesse correspond à la vitesse affichée plus 10 km/h) (ministère des Transports du Québec, 2014). De même, la définition la plus récente aux États-Unis est la vitesse de référence utilisée pour déterminer les différentes caractéristiques, en particulier la géométrie, de la route. Cette définition peut entraîner que le 85^{ème} centile de la vitesse pratiquée, voire la vitesse limite, peut être supérieur à la vitesse de conception sans présenter de risque d'accident particulier (Fitzpatrick et al., 2003);
- La vitesse affichée ou la limite de vitesse légale à partir de laquelle un conducteur est en infraction sur une route donnée;
- La limite de vitesse différenciée pour certaines catégories de conducteurs comme les jeunes conducteurs ou certaines catégories de véhicules comme les poids lourds (généralement plus basse que la limite de vitesse générale);
- La limite de vitesse variable selon un plan fixe, qui varie selon l'heure (jour / nuit / périodes d'entrée et de sorties des écoles) ou selon la saison (vitesse restreinte en hiver);
- La limite de vitesse variable dynamique qui s'adapte en temps réel aux conditions de circulations (densité et vitesse moyenne) et/ou aux conditions météorologiques;

- La vitesse recommandée qui est une limite de vitesse conseillée pour certains véhicules (motocyclistes, poids lourds) ou dans certaines configurations (courbes, pentes, approche d'un centre urbain).

L'ensemble de ces termes montre que la vitesse peut être considérée sous différents aspects afin d'établir si la vitesse choisie par un conducteur est adéquate, et d'évaluer dans quelle mesure elle correspond aux conditions de circulation. Car la vitesse d'un véhicule varie continuellement dans l'espace et dans le temps, et elle dépend de l'environnement et des caractéristiques de la route, des conditions de circulation et des conditions météorologiques.

2.2 Les liens entre la vitesse et la sécurité routière

La sécurité d'un site (d'une partie du réseau routier) est définie comme le « nombre d'accidents, avec leurs conséquences, qui est attendu pour ce site et une période de temps donnée » (Hauer, 1988). Le terme attendu fait référence « à la moyenne sur le long terme, s'il était possible de garder constant tous les facteurs affectant la sécurité, tels que la circulation, la météorologie, les caractéristiques des conducteurs, etc. » (il s'agit de l'espérance de la variable aléatoire du nombre d'accidents par unité de temps). Le risque d'accident intègre les deux dimensions de probabilité d'accident et des conséquences de l'accident (gravité de l'accident) : il peut être défini comme l'espérance des conséquences de l'accident, s'il est possible de les mesurer de façon homogène comme des coûts monétaires. La notion de risque n'est souvent pas clarifiée, y compris dans les articles scientifiques, où elle est souvent considérée comme synonyme de la probabilité d'accident. Enfin, il faut en général prendre en compte une forme d'exposition pour comparer des sites ou des réseaux de taille différente : l'exposition est typiquement définie comme une mesure de distance ou de durée dans la circulation en relation avec le nombre d'objets dynamiques du système (usagers, véhicules, etc.), par exemple la distance totale parcourue par les conducteurs dans un pays.

2.2.1 Le rapport entre la vitesse et les accidents de la route

Dans beaucoup de pays, le bilan routier est rapporté au respect des limites de vitesse et constitue un des indicateurs pour l'intensification des interventions en répression ([IRTAD, 2014](#)). Selon les statistiques recueillies par l'IRTAD, les pays suivants estiment que les excès de vitesse représentent un facteur contributif dans les accidents mortels avec des proportions variables (Tableau 1).

Le rapport établi entre la vitesse et les accidents de la route fait souvent référence au principe que l'augmentation de la vitesse d'un véhicule induit plusieurs conséquences qui vont diminuer les chances d'éviter un accident ([SAAQ, 2014](#)) :

- le champ de vision diminue avec l'augmentation de la vitesse (celui-ci est presque divisé par deux lorsque la vitesse passe de 50 à 100 km/h) ;

- la distance d'arrêt (distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur additionnée à la distance de freinage qui est proportionnelle au carré de la vitesse) ;
- le risque de dérapage est plus important, puisqu'il dépend de la limite d'adhérence du véhicule au freinage et dans les virages ;
- la trajectoire d'évitement sans perte de contrôle est de plus en plus restreinte lorsque la vitesse augmente, car elle est liée au risque de dérapage.

Tableau 1 : Proportion des accidents mortels pour lesquels la vitesse est un facteur prépondérant (IRTAD, 2014)

Allemagne	35%
Argentine	11%
Cambodge	50%
Canada	20%
Chili	40%
Danemark	41%
Finlande	42%
France	25%
Hongrie	40%
Italie	20%
Niger	32%
Nouvelle-Zélande	28%
Pologne	30%
République Tchèque	38%
Serbie	48%

La vitesse est un facteur aggravant pour les événements liés à l'inattention du conducteur. Plus la vitesse est grande, et moins le conducteur dispose de temps pour reprendre le contrôle de son véhicule. Mais les différences de vitesse entre les véhicules jouent un rôle probablement plus important dans le contexte de l'inattention au volant. Les conséquences de l'inattention sur la conduite d'un véhicule sont variables et nécessitent diverses manœuvres afin d'éviter un accident ([Olson, 2009](#)). Dans beaucoup de ces manœuvres d'évitement, la différence de vitesse entre les véhicules augmente le risque de collision et/ou de perte de contrôle.

Nilsson a conçu un modèle en 1981, le *Power Model*, basé sur le nombre d'accidents de la route et des changements de limite de vitesse effectués en Suède entre 1967 et 1972 (Nilsson, 2004). D'après ses résultats de recherche,

une relation est établie entre le rapport des vitesses moyennes avant et après un changement de vitesse, et le rapport du nombre d'accidents de la route avant et après le changement de vitesse, selon leur gravité. Cette relation est directement reliée au rapport de l'énergie cinétique avant et après le changement de vitesse moyenne :

$$\frac{\text{Nombre d'accidents après}}{\text{Nombre d'accidents avant}} = \left(\frac{\text{vitesse moyenne après}}{\text{vitesse moyenne avant}} \right)^{\text{Puissance}}$$

- la variation du nombre d'accidents mortels correspond à la variation de la vitesse moyenne à la puissance 4 ;
- la variation du nombre d'accidents avec blessure grave correspond à la variation de la vitesse moyenne à la puissance 3 ;
- la variation du nombre d'accidents avec blessure correspond à la variation de la vitesse moyenne à la puissance 2.

Nilsson évoque qu'il est important de considérer trois dimensions pour l'analyse de l'impact des mesures sur la sécurité routière : l'exposition, la probabilité d'avoir un accident et les conséquences de l'accident, qui dépendent des trois composantes du système de transport routier qui interagissent entre elles : les conducteurs, les véhicules et l'infrastructure (Nilsson, 2004).

La relation entre la vitesse et l'occurrence d'accidents est néanmoins complexe, car elle change selon la façon d'exprimer l'exposition par exemple. Il a été démontré dans une étude réalisée pour la région de Hong-Kong que les probabilités d'accident par unité d'exposition mesurée en distance et en durée de temps sont respectivement négativement et positivement associées à la vitesse moyenne de la circulation (Pei et al., 2012). Cependant, selon cette même étude, la probabilité d'un accident mortel ou avec des blessures graves est toujours associée positivement à la vitesse moyenne, que l'exposition soit mesurée en distance ou en durée. Ces résultats mettent en valeur le besoin d'exprimer la relation vitesse/accident avec des critères additionnels.

Le *Power Model* est rajusté en 2004 par Elvik et al. avec une méta-analyse regroupant un peu moins d'une centaine d'études. Deux années plus tard, Hauer et al. (2006) ajoutent aux travaux d'Elvik et al. d'autres éléments à la relation entre la vitesse et la probabilité d'occurrence d'accidents : la valeur de la limite de vitesse initiale et le type de voie de circulation (Elvik, 2009). Plutôt que d'appliquer la même relation pour toutes les limites de vitesse, Hauer et al. ont identifié que le rapport du nombre d'accidents ne dépend pas que du rapport de la vitesse moyenne avant et après un changement de vitesse, mais aussi de la vitesse moyenne initiale (avant). De plus, la relation n'est pas la même pour une artère urbaine ou une autoroute. Par exemple, une réduction de 10 % de la limite de vitesse permettrait de réduire de 28 % le nombre d'accidents mortels pour une limite initiale de 50 mi/h sur une artère urbaine, et 36 % pour une autoroute (Elvik, 2009).

2.2.2 La vitesse excessive

La vitesse excessive fait référence à deux notions, l'excès de vitesse et la vitesse inappropriée, pour lesquels l'OCDE donne la signification suivante : un

excès de vitesse désigne une vitesse supérieure à la limite permise qui est affichée sur la signalisation routière, alors que la vitesse inappropriée concerne une vitesse trop élevée par rapport aux circonstances, qu'elle soit supérieure ou inférieure à la limite de vitesse (OCDE, 2006). Ainsi une vitesse élevée liée à un accident dans des conditions de circulation exceptionnelles serait considérée comme excessive, qu'elle soit inférieure ou supérieure à la limite de vitesse permise. La vitesse, dans ce cas, serait inappropriée compte tenu, par exemple, de la densité élevée de la circulation, de conditions météorologiques particulières, ou de la présence importante d'usagers vulnérables.

Un rapport du *Transportation Research Board* (TRB) avance trois raisons pour lesquelles des limites de vitesse doivent être fixées et respectées par les automobilistes ([Miliken et al., 1998](#)), en partant du principe que la vitesse est directement liée à la gravité des accidents, et qu'un lien plus complexe peut exister entre la vitesse et la probabilité d'accident. Tout d'abord, la vitesse excessive pratiquée par un automobiliste est, dans le cas d'un accident, un facteur qui augmente les dommages matériels et corporels, toutes choses égales par ailleurs. Ces dommages ont un coût significatif pour la société en général, et ainsi, le choix d'un seul automobiliste peut affecter la vie des autres usagers de la route. La seconde raison de faire respecter une limite de vitesse est de contribuer à guider les conducteurs pour qu'ils fassent des choix conséquents et adaptés aux conditions dictées par la circulation. Celles-ci sont prises en considération dans la détermination des limites de vitesse, et correspondent à des critères qui ne sont pas toujours pris en compte par l'automobiliste en absence de signalisation. Enfin, la troisième raison énoncée par le TRB est que le conducteur est très rarement conscient des risques d'accident associés à une vitesse excessive, par méconnaissance ou par distraction au moment où il conduit.

Le pourcentage de dépassement des limites de vitesse est souvent rattaché aux données d'accidents ([IRTAD, 2014](#)) : il est cependant pertinent de tenir compte de l'importance de l'écart avec la limite de vitesse, de l'ampleur de la tolérance en vigueur pour les interventions de répression. Aarts et al. introduisent également la notion de crédibilité des limites de vitesse affichées qui pourrait être prise en considération dans les analyses plus fines ([2009](#)). En effet, une limite de vitesse est crédible lorsqu'elle n'indique pas une vitesse trop faible par rapport à l'ensemble des éléments environnementaux qui influencent de façon implicite le conducteur dans son choix de vitesse, comme la largeur des voies de circulation, la présence de bâtiments, la profondeur du champ de vision.

Les limites de vitesse fixes sont déterminées en fonction de plusieurs facteurs, mais elles demeurent statiques et ne peuvent prendre en considération les variations de certains paramètres dont les impacts peuvent être importants en sécurité routière. Certaines initiatives ont été lancées dans plusieurs pays afin de pallier ce manque d'ajustement à des conditions particulières. Les limites de vitesse variables selon un plan fixe représentent une des alternatives qui indiquent des réductions de vitesse obligatoires dans des conditions préétablies. En Suède et en Finlande, les limites de vitesse sont réduites au cours de la saison hivernale, en France à l'occasion de précipitations ou de brouillard, aux

États-Unis, en Norvège et en Australie à proximité des écoles selon les heures d'entrées et de sorties ([OCDE, 2006](#)). La contestation des limites de vitesse devient cependant plus complexe, car il est nécessaire de justifier que les conditions étaient bien réunies pour la réduction de la limitation de vitesse. Celles-ci sont soit laissées à l'appréciation du conducteur, pour les limites de vitesse variables à appliquer dans certaines circonstances (lorsqu'il pleut par exemple), ou décidées par le gestionnaire du réseau routier, lorsqu'il s'agit de limites de vitesse variables dynamiques ou lorsque l'affichage indique clairement les périodes d'application de la limite de vitesse réduite (par exemple dans les zones scolaires au Canada) ([NCHRP, 2012](#)).

Le respect de la limite de vitesse, dans le cadre des mesures de répression, est généralement considéré avec l'application d'une tolérance selon les pays qui peut varier de 5 à 15 % de la limite de vitesse ([IRTAD, 2014](#)). L'application d'une politique de « tolérance zéro » en matière de vitesse n'est pas réaliste à cause de la précision des appareils de mesure qui ont une tolérance spécifique. Les systèmes de contrôle automatisés de la vitesse tiennent toujours compte d'un décalage soit en temps de mesure, soit en distance parcourue par le véhicule (Carnis et al., 2012).

2.3 La typologie des technologies embarquées liées à la vitesse

Depuis l'avènement des automobiles, un compteur sur le tableau de bord indique la vitesse instantanée à laquelle circule le véhicule. La mesure de la vitesse a fait l'objet au fil des années de diverses considérations pour tenter d'améliorer sa précision ([SAE, 1989](#)). La présence et le développement de l'électronique à l'intérieur du véhicule ainsi que la nécessité d'offrir aux conducteurs des fonctionnalités de plus en plus avancées ont donné naissance à différents instruments ou composantes. Ceux-ci collectent, enregistrent ou utilisent la mesure de la vitesse pour informer ou assister le conducteur ou encore afin de constituer des rapports destinés à différents intervenants qui ont un intérêt à exploiter les données.

Les technologies à bord des véhicules peuvent être regroupées en catégories distinctes selon leur rôle (Tableau 2) :

- les enregistreurs qui constituent un historique de la conduite, à l'image des « boîtes noires », qui inclut la vitesse et peut documenter un événement particulier ;
- les dispositifs qui compilent l'ensemble des vitesses pratiquées afin de dresser un portrait spécifique du conducteur, de caractériser son comportement quant à ses choix de vitesse ;
- les systèmes d'assistance à la conduite dont la fonction est de faciliter les tâches de conduite ou d'augmenter le niveau de sécurité et qui prennent en considération, à un moment ou à un autre, la vitesse du véhicule ;
- ce qui pourrait être appelé les systèmes d'aide au choix de vitesse, qui constituent un sous-ensemble des systèmes d'assistance à la conduite et qui sont spécifiquement dédiés à permettre au conducteur de rouler à une vitesse appropriée.

2.3.1 Les enregistreurs pour les historiques de conduite

Il y a un intérêt dans plusieurs situations à être en mesure de consulter les données les plus récentes sur l'état d'un véhicule : à des fins de reconstitution d'événements très ponctuels dans le temps avec les enregistreurs de données d'événement, ou encore pour contrôler les toutes dernières activités d'un véhicule sur une période de temps limitée. Pour ces deux types d'enregistreurs, le volume de stockage de données est limité puisque les données les plus anciennes sont effacées lorsque de nouvelles données sont enregistrées.

À partir du moment où les coussins gonflables ont été introduits dans le véhicule, en premier en 1974 par General Motors ([Chidester, 1999](#)), les enregistreurs de données d'événement ont fait l'apparition, progressivement, dans les différentes marques de véhicule. Ils ont évolué pour permettre aujourd'hui d'enregistrer un ensemble de paramètres plusieurs secondes avant une collision. Actuellement, plusieurs gouvernements imposent aux constructeurs d'équiper systématiquement tous les véhicules légers : à partir de 2013 pour les États-Unis, et à partir de 2015 pour les véhicules européens ([ROSPA, 2013](#)).

Tableau 2 : Variété des technologies embarquées en lien avec la mesure de la vitesse

<p>Historique de conduite Données les plus récentes enregistrées dans une mémoire temporaire</p>	<p>Type de système</p>	<p>Enregistreur de données d'événement</p>	<p>Enregistreur électronique de bord</p>		
	<p>Rôle spécifique</p>	<p>Documenter les accidents avec, entre autres, la vitesse du véhicule.</p>	<p>Consigner les heures de conduite et la vitesse d'un véhicule lourd afin de vérifier l'application d'une loi.</p>		
<p>Compilation des données de conduite Données enregistrées continuellement dans une base de données</p>	<p>Type de système</p>	<p>Dispositif d'études naturalistes</p>	<p>Dispositif de télémétrie véhiculaire</p>	<p>Dispositif d'assurance télématique</p>	<p>Dispositif d'éco conduite</p>
	<p>Rôle spécifique</p>	<p>Effectuer des analyses du comportement du conducteur, dont la vitesse qu'il pratique.</p>	<p>Mesurer différentes activités du véhicule, y compris la vitesse et les variations brusques de la vitesse.</p>	<p>Ajuster la prime d'assurance au comportement du conducteur à partir de critères comme la vitesse ou les variations brusques de la vitesse.</p>	<p>Collecter les données de conduite, dont la vitesse et les variations brusques de la vitesse, dans le but de minimiser les impacts environnementaux.</p>
<p>Assistance à la conduite</p>	<p>Type de système</p>	<p>Système de navigation</p>	<p>Systèmes de détection de collision</p>	<p>Système de suivi automatique de la voie</p>	<p>Suivi de distance inter-véhiculaire</p>
	<p>Rôle spécifique</p>	<p>Utiliser les données de localisation du véhicule (et sa vitesse) pour aider le conducteur à choisir son itinéraire et l'informer sur son temps de parcours.</p>	<p>Détecter une collision imminente en analysant un ensemble de données collectées, dont la vitesse en rapport avec la distance inter-véhiculaire.</p>	<p>Détecter une dérive anormale de la position latérale du véhicule dans la voie de circulation et susciter une réaction en fonction de la vitesse du véhicule.</p>	<p>Détecter une distance trop courte avec le véhicule en avant en fonction de la vitesse pratiquée,</p>
<p>Aide au choix de vitesse</p>	<p>Type de système</p>	<p>Limiteur de vitesse</p>	<p>Régulateur de vitesse</p>	<p>Régulateur de vitesse intelligent</p>	<p>Systèmes d'adaptation intelligente de la vitesse</p>
	<p>Rôle spécifique</p>	<p>Avertir le conducteur du dépassement d'une vitesse préalablement configurée.</p>	<p>Maintenir le véhicule à une vitesse constante, préalablement configurée par le conducteur.</p>	<p>Maintenir le véhicule à une vitesse constante, préalablement configurée par le conducteur et en fonction de l'environnement, en particulier selon la distance avec le véhicule suivi.</p>	<p>Informer et influencer le conducteur afin qu'il réduise la vitesse du véhicule lorsqu'elle excède la limite de vitesse.</p>

Ces dispositifs sont très précieux pour les reconstitutions d'accident, car ils permettent de connaître la vitesse du véhicule juste avant, au moment de la collision et juste après, l'instant où l'accélérateur a été relâché, et où les freins ont été appliqués, ainsi que le moment où la ceinture de sécurité a été sollicitée et où les coussins gonflables se sont déployés ([Hynd et al., 2014](#)). Des rapprochements peuvent d'ailleurs être faits entre les données enregistrées au cours de collisions réelles et les données collectées lors des tests de collision réalisés dans les bancs d'essai, afin d'améliorer l'efficacité des systèmes de sécurité dans les véhicules ([Dainius, 2009](#)).

L'extraction des données enregistrées au cours des collisions nécessite cependant un équipement spécialisé. Les deux premiers fabricants à les rendre disponibles ont d'abord été General Motors et Ford, suivis plus récemment Toyota et Chrysler ([Comeau, 2011](#)). Actuellement, l'ensemble des constructeurs automobiles rend possible l'extraction des données.

L'enregistreur électronique de bord consiste quant à lui à enregistrer des données de conduite pour une période plus longue avec une fonctionnalité permettant au conducteur de s'identifier en utilisant par exemple une carte à puce. Ce type d'enregistreur est utilisé dans certains pays pour réglementer le transport de marchandises. Au Québec, cette technologie a été introduite dans l'industrie du camionnage afin de faire respecter la limite de vitesse sur autoroute. L'Union Européenne exige sur les véhicules de plus de 3,5 tonnes fabriqués après 2006 l'installation d'un enregistreur électronique appelé chronotachygraphe, ou tachygraphe, afin de faciliter le contrôle du respect des heures de conduite (Parlement européen, 2006). La période d'enregistrement sur ces tachygraphes électroniques est de 28 jours au minimum pour que les autorités puissent vérifier, au moment du contrôle routier, l'enchaînement des quarts de travail et valider que les périodes de repos soient bien conformes. La vitesse fait partie des données collectées par ces enregistreurs électroniques de bord, à une fréquence de 1 Hz pour les dernières vingt-quatre heures ([Journal officiel, 1998](#)).

2.3.2 Les dispositifs pour la compilation des données

Cette catégorie regroupe les enregistreurs qui collectent un ensemble de données, dont la vitesse du véhicule, de façon continue et dans le but de constituer une base de données qui sera exploitée ultérieurement. Ils sont utilisés dans plusieurs domaines d'application dont les principaux sont les travaux de recherche en sécurité routière, la gestion de flottes de véhicules, l'assurance automobile basée sur l'utilisation ou assurance télématique, et plus récemment dans le cadre d'initiatives en écoconduite.

La recherche dans le secteur de la sécurité routière a rapidement exploité les technologies d'enregistrement de données à l'intérieur des véhicules, notamment pour les travaux voués à la compréhension du comportement des conducteurs, ayant longtemps été limités à l'utilisation de simulateurs ([Toledo, 2008](#)). La première initiative importante du genre, la *100-car Naturalistic Driving Study* fut réalisée aux États-Unis en 2003 avec 100 véhicules, et pendant une durée de 13 mois ([Neal et al., 2005](#)). Les données du véhicule sont enregistrées

avec bien souvent des capteurs additionnels, comme des caméras vidéo et des radars, permettant de caractériser l'environnement général de la conduite et les réactions du conducteur.

L'enregistrement de données à l'intérieur du véhicule à des fins d'optimisation de gestion d'une flotte de véhicule, appelée télémétrie véhiculaire, permet de recueillir un nombre variable de données destinées à l'amélioration de la gestion des ressources, plus particulièrement des flottes de véhicules commerciaux ou d'établissements publics. Plusieurs secteurs d'activité ont rapidement adopté et personnalisé les enregistreurs de données, par exemple le domaine du camionnage, avant de se généraliser vers d'autres flottes de véhicules.

Les premières fonctionnalités ont d'abord été la localisation des véhicules, leur vitesse, les variations de vitesse trop importantes (accélérations rapides et freinages brusques), les temps de moteur au ralenti. Puis les fournisseurs ont rapidement proposé des solutions permettant d'interfacer tout type de capteur capable de donner davantage de renseignements sur les activités spécifiques du véhicule.

Les compagnies d'assurance ont également vu un intérêt à avoir recours à des technologies embarquées d'enregistrement de données de conduite, afin d'améliorer leurs programmes spéciaux d'assurance basée sur l'utilisation. En l'absence de technologies embarquées, il était nécessaire par exemple qu'un inspecteur fasse des vérifications de la distance parcourue. Le principe de l'assurance télématique consiste à offrir des rabais ou à appliquer des surprimes à certains assurés en échange d'une meilleure évaluation du risque qu'ils représentent ([Bordoff et al. 2008](#)), notamment pour les conducteurs qui utilisent peu leur véhicule (faible distance parcourue). Le principe de « payez comme vous conduisez » (*Pay As You Drive*), basé sur la distance parcourue et pour lequel les données étaient initialement relevées manuellement, a donc été facilité. Le concept a été ensuite élargi au principe de « payez en fonction de la façon dont vous conduisez » (*Pay How You Drive*), grâce aux données collectées par télématique permettant de caractériser le comportement de conduite de l'assuré ([Roetting et al., 2003](#)). Certains programmes d'assurance télématique « payez selon la vitesse à laquelle vous circulez » (*Pay As You Speed*) ciblent directement le comportement des conducteurs vis-à-vis des limites de vitesse : ces programmes ont été mis en place de façon expérimentale avec quelques compagnies d'assurance telles que Folsam Insurance en Suède ([Stigson et al., 2013](#)) et Topdanmark au Danemark ([Lahrmann et al., 2011](#)).

Tous les dispositifs qui ont pour but d'aider le conducteur à améliorer son comportement de conduite, notamment en pratiquant une conduite moins saccadée en milieu urbain et une vitesse appropriée (plus particulièrement sur autoroute pour les vitesses plus élevées), devraient avoir un impact environnemental positif. La relation entre les émissions de polluants et la vitesse est cependant complexe et dépend de chaque polluant ([Daganzo et al., 2007](#)). Certains dispositifs sont spécialement dédiés à cette fonction et procurent des rapports au conducteur qui peut effectuer un suivi de son empreinte environnementale, par exemple avec une clé USB branchée au véhicule ([Fiat, 2014](#)).

2.3.3 Les systèmes d'assistance à la conduite

Les systèmes d'assistance à la conduite sont de plus en plus présents dans les véhicules, et ils représentent un marché important depuis les dernières années. Le niveau des équipements technologiques d'un véhicule, tant sur le plan de la sécurité et du confort que sur les accessoires en lien avec les technologies de l'information et des communications est désormais un critère de choix pour le consommateur. Certains conducteurs souhaitent être assistés, informés, posséder un véhicule intelligent qui lui rend la conduite plus agréable, plus sécuritaire. Les systèmes d'assistance à la conduite avancés prennent en charge des manœuvres complexes (stationnement) ou ennuyeuses (circulation dans des conditions de congestion). Certaines fonctionnalités permettent d'accroître la sécurité des passagers en cas d'inattention (surveillance de trajectoire), ou en cas de perte de contrôle (système de freinage ABS, système de contrôle de stabilité).

La **Figure 1** représente les différentes composantes de systèmes d'assistance à la conduite : des dispositifs technologiques permettent de donner une information au conducteur via une interface personne-machine (fonction informative/passive) ou d'intervenir directement sur le contrôle du véhicule (fonction active). L'intelligence du véhicule dépend de ses capacités de détection ou de la disponibilité de données venant par exemple d'Internet.

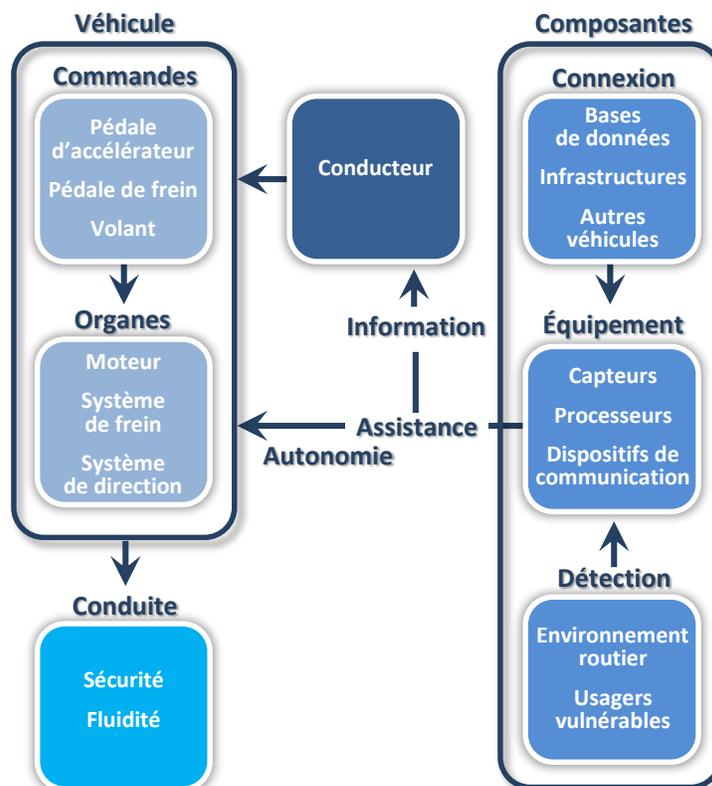


Figure 1 : Composantes de l'assistance à la conduite

Les différents systèmes d'assistance à la conduite (avec des fonctions actives) rendent le véhicule de plus en plus autonome, c'est-à-dire qu'ils réduisent la part du contrôle du véhicule par le conducteur humain. Le véhicule entièrement autonome ou sans conducteur (*autonomous vehicle* ou *driverless vehicle*) sont des termes de plus en plus employés dans le domaine des systèmes de transport intelligent (STI), la voiture Google étant le projet le plus associé à ce concept publicisé dans la presse grand public. Il existe en fait déjà des véhicules autonomes en circulation, mais ceux-ci sont simplement dotés de systèmes d'aide à la conduite avancée leur permettant de prendre le contrôle du véhicule dans des circonstances particulières de circulation, lieu et de temps. C'est le cas notamment pour un véhicule équipé d'un régulateur de vitesse intelligent et d'un dispositif de suivi automatique de la voie qui circule sur autoroute. La *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) définit cinq niveaux d'automatisation des véhicules ([Anderson, 2014](#)) :

- Niveau 0 (aucune automatisation) : cette catégorie concerne les véhicules qui ne disposent d'aucun système d'assistance à la conduite.
- Niveau 1 : le conducteur bénéficie de fonctionnalités d'assistance dans ses tâches de conduite tout en gardant le contrôle du véhicule et en conservant son attention à tout moment.
- Niveau 2 : plusieurs fonctionnalités d'assistance à la conduite avancée permettent au conducteur de relâcher son attention, mais il peut à tout moment et sans préavis avoir à reprendre le contrôle.
- Niveau 3 : le conducteur a la possibilité de céder le contrôle du véhicule dans certaines conditions de circulation et est invité à reprendre le contrôle avec préavis.
- Niveau 4 : le véhicule a suffisamment de dispositifs de surveillance et de contrôle pour circuler de façon autonome sur un trajet complet, avec ou sans occupant.

2.3.4 Les systèmes d'aide au choix de la vitesse

Cette catégorie de systèmes, qui est en réalité une sous-catégorie des systèmes d'assistance à la conduite, regroupe les fonctionnalités d'un véhicule permettant à son conducteur de circuler à une vitesse appropriée. Les limiteurs de vitesse, qui sont actuellement utilisés pour des flottes de véhicules de transport de marchandises ou pour des autobus, empêchent le véhicule de dépasser une vitesse limite fixée par le conducteur. Ces dispositifs ont fait l'objet de réglementations et ont été déployés, pour les plus anciens en 1990. Ils sont maintenant déployés en Australie, au Royaume-Uni, en Suède, dans les pays de l'Union européenne, au Japon, en Inde et en Zambie ([Transport Canada, 2008](#)). De plus en plus de constructeurs proposent cette fonctionnalité pour les véhicules particuliers en complément au régulateur de vitesse.

Les régulateurs de vitesse sont également des technologies embarquées qui aident le conducteur à mieux gérer sa vitesse et lui permettent de se concentrer sur des tâches de conduite autres que la surveillance du compteur de vitesse. Le régulateur de vitesse classique a été inventé il y a plus de 50 ans et devrait être remplacé progressivement par le régulateur de vitesse adaptatif qui, en plus

de maintenir une vitesse constante sélectionnée par le conducteur, adapte la vitesse du véhicule par rapport au véhicule qui le précède, en fonction d'une distance ou d'un temps inter-véhiculaire préétabli mesurés par un capteur comme un radar ([OCDE, 2006](#)).

Un système d'adaptation intelligente de la vitesse (SAIV), quant à lui, est un système d'aide à la conduite avancée, qui considère la limite de vitesse du lieu où se trouve le véhicule et permet au conducteur d'adapter sa vitesse ([Carsten, 2004](#)). L'attention du conducteur est donc sollicitée par une interface homme/machine dont la conception vise à l'influencer et à limiter les excès de vitesse. Ces systèmes ont pour l'instant fait l'objet de nombreuses expérimentations avec divers modes d'opération, dont les niveaux de sollicitation de l'attention sont variés : d'une simple information sonore ou visuelle à une action sur l'accélérateur pour décourager ou empêcher le conducteur d'augmenter la vitesse du véhicule. Certains constructeurs automobiles commencent depuis tout récemment à proposer des versions informatives ([Skoda, 2014](#), [Opel 2014](#)).

2.4 Les critères d'évaluation des technologies embarquées liées à la vitesse

2.4.1 Les objectifs d'utilisation des technologies

Les principaux objectifs d'utilisation des technologies embarquées liées à la vitesse sont les suivantes :

- les études des facteurs d'accident ;
- l'évaluation exhaustive des primes d'assurance ;
- l'optimisation de la gestion de flottes de véhicule ;
- l'assistance à la conduite.

L'analyse traditionnelle de la sécurité routière repose sur l'analyse des accidents de la route et requiert un ensemble d'informations reconstituées partiellement à partir d'observations sur les lieux du sinistre. Avec l'apparition progressive des enregistreurs de données d'événement dans les véhicules, il est maintenant possible d'obtenir des informations objectives sur l'ensemble du processus menant à l'accident.

Le déploiement de technologies embarquées en général a intéressé les chercheurs en sécurité routière depuis plusieurs années, et a permis de mieux comprendre le comportement du conducteur ([Wouters, 1998](#)). Dans une étude de conduite en situation réelle, Musicant et al. (2007) ont pu établir une bonne corrélation entre la sécurité et les comportements des conducteurs identifiés dans l'analyse des données enregistrées. Ils ont ainsi effectué la reconnaissance de 20 types de manœuvres, et leur risque d'accident basé sur la fréquence et la nature des événements de conduite passés des sujets.

La caractérisation du comportement des conducteurs à l'aide des technologies embarquées s'est perfectionnée avec l'évolution des dispositifs d'enregistrement de données et des réseaux de communication, particulièrement pour les flottes de véhicules ([Knipling, 2003](#)). Celle-ci a pour

intérêt de minimiser les risques d'accident qui représentent directement et indirectement des coûts importants pour une entreprise de transport commercial par exemple ([ETSC, 2014](#)). Des pratiques de conduite visant à améliorer la sécurité ont un impact positif sur la consommation de carburant grâce à la limitation de la vitesse et à la réduction des accélérations rapides et des freinages brusques. Elles permettent également une diminution du nombre de jours de congé maladie dus à des blessures et d'immobilisation du matériel roulant, une réduction des dépenses administratives pour la gestion des accidents, un meilleur taux de satisfaction des clients qui reçoivent leur livraison à temps, ainsi qu'une réduction des risques de retrait de permis des employés.

Les intervenants en sécurité routière mobilisent des ressources pour étudier les comportements des conducteurs en ayant pour choix trois alternatives : des simulations de conduite en laboratoire, des expérimentations sur le terrain répondant à un protocole de recherche déterminé, ou en utilisant des données issues d'une base de données d'étude naturaliste collectée sur un territoire et une période de temps donnés. Cette compréhension du comportement des conducteurs vise également à mieux concevoir les infrastructures ou les actions de gestion de la circulation pour éviter les accidents de la route. Les équipements technologiques utilisés dans les études naturalistes offrent un nombre important de données détaillées, mais pour lesquelles il est nécessaire de développer une stratégie bien définie de fouille de données ([Chatterji, 2014](#)). Les données de vitesse sont par exemple utilisées pour identifier les arrêts brusques sur autoroute et être en mesure de mieux évaluer le comportement des conducteurs. La mesure des données à l'intérieur du véhicule dans des situations réelles permet ainsi d'obtenir une source d'informations en continu, qu'il était jusqu'à présent contraignant à obtenir.

Les actuaires qui sont chargés d'évaluer le niveau de risque des portefeuilles d'assurance s'intéressent aux technologies pour évaluer le plus finement possible le profil des assurés. Ils ont déjà recours à des informations générales comme le sexe et l'âge de l'assuré, la date d'obtention du permis de conduire, les informations du dossier de conduite, le lieu d'habitation de l'assuré, les caractéristiques du véhicule, la distance moyenne annuelle parcourue et la proportion des déplacements pour des fins commerciales pour évaluer le risque d'accident de chaque usager. Mais les enregistreurs de données embarqués leur donnent l'opportunité de puiser dans un gisement de données objectives personnalisées sur le comportement de conduite de leurs assurés, telles que la distance réellement parcourue, les heures auxquels ont lieu les déplacements, les accélérations rapides et les freinages brusques, et dans certains cas les excès de vitesse. Les compagnies d'assurances se servent d'enregistreurs de données dans le cadre de programmes d'assurance basés sur l'utilisation pour offrir à la fraction de leurs assurés les plus à risques la possibilité de réduire leur prime s'ils améliorent leur conduite ([Courtney, 2013](#)).

Les technologies embarquées liées à la mesure de la vitesse peuvent également être utilisées selon le principe de véhicule sonde. Il s'agit dans cette approche d'exploiter les données collectées par les véhicules, quelles que soient leurs finalités, pour vérifier l'état de la circulation et ainsi mieux la gérer

([Brennan, 2013](#)). L'utilisation secondaire des données collectées par des technologies embarquées offre en effet un fort potentiel dans le cadre des STI ([Morency et al., 2011](#)).

2.4.2 Les aspects technologiques des dispositifs

L'ensemble de ces dispositifs et de ces systèmes est dépendant de composantes technologiques qui jouent un rôle de catalyseur, et sans lesquelles leur développement serait plus complexe et plus coûteux. Ces composantes technologiques qui ont été structurantes ont permis la localisation des véhicules, la transmission des données à intervalle de temps régulier, la connexion avec les ordinateurs de bord des véhicules ainsi que la collecte de données complémentaires à la mesure de la vitesse instantanée.

Tout d'abord, les systèmes de positionnement par satellite (Global Navigation Satellite System, GNSS), dont le plus connu est le GPS, donnent la possibilité de déterminer la position approximative d'un véhicule et ont ainsi entraîné le développement de nombreux outils mettant à profit les coordonnées géographiques, mais également les données de vitesse des véhicules qui peuvent en être dérivées. Cette composante technologique a permis le développement des systèmes d'aide à la navigation puis des technologies de mesures embarquées pour la compilation de données exhaustives sur les déplacements ([NCHRP, 2014](#)). Les récepteurs GNSS ont fait leur apparition depuis quelques décennies à l'intérieur des véhicules notamment avec les systèmes de navigation, mais aussi sous forme de différents services offerts grâce à la localisation comme le système OnStar de General Motors. Les données de base fournies par un système GNSS sont : la localisation (degrés de latitude et de longitude), l'altitude, la vitesse de déplacement et le sens du déplacement (obtenus directement par effet Doppler et/ou dérivés des données de position), la date et l'heure universelle, et le nombre de signaux émis par les satellites utilisés pour le calcul des données.

La transmission des données collectées est un autre volet important pour le développement des technologies embarquées. L'expansion depuis les deux dernières décennies du réseau de communication cellulaire offre l'opportunité de transmettre plus facilement, partout sur le réseau couvert, les données collectées avec une fréquence telle qu'il est possible, lorsque le domaine d'application le requiert, de disposer des informations en temps réel. Ce réseau mobile a évolué sur plusieurs générations, en élargissant la zone de couverture, mais aussi en améliorant la bande de fréquence et le débit (Coupechoux et al, 2014).

L'accès aux données dans les véhicules a été également un catalyseur du développement de ces technologies. Le port OBDII, connu également sous le nom de prise diagnostic du véhicule, permet d'accéder aux mesures collectées par les différents ordinateurs de bord du véhicule via une connexion de l'intérieur de l'habitacle. Le port OBDII est installé sur tous les véhicules aux États-Unis depuis 1996 et en Europe dans les années 2000. Cette possibilité, conçue initialement pour les réparateurs automobiles, est une avenue intéressante pour lire des données de fonctionnement du véhicule qui peuvent servir à d'autres

champs d'activité, dont la vitesse et la consommation de carburant, à haute fréquence au cours d'un déplacement.

Enfin, les accéléromètres et les gyroscopes qui équipent depuis récemment les véhicules procurent des données nécessaires au fonctionnement de dispositifs de sécurité tels que le déploiement de coussins gonflables à partir d'un certain seuil d'impact et les systèmes d'anti-dérapiage qui évitent une perte de contrôle dans certaines manœuvres. Ces composantes technologiques ont un lien indirect avec la mesure de la vitesse, mais elles permettent cependant d'en caractériser les variations comme l'intensité de l'accélération du véhicule ou la brutalité du freinage. Ces informations sont d'autant plus pertinentes si les mesures de vitesse sont destinées à caractériser le comportement du conducteur.

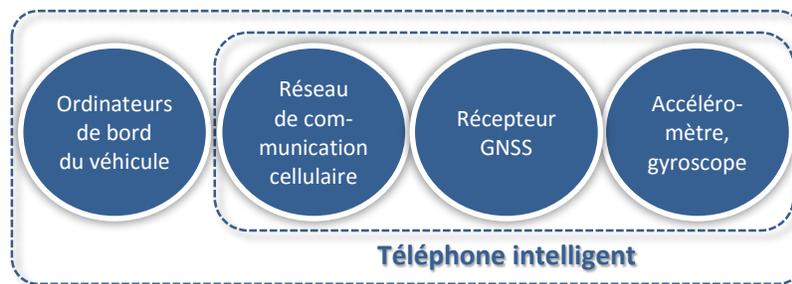


Figure 2 : Composantes technologiques structurantes

Il est important de noter que depuis quelques années, l'accès à plusieurs de ces composantes technologiques pour la mesure de la vitesse et leur intégration sont particulièrement facilités grâce à la démocratisation des téléphones intelligents et des tablettes (**Figure 2**). Ces outils de communication sont en effet pourvus d'une puce GNSS, d'un accéléromètre et d'un gyroscope miniaturisé, tout en étant reliés à un réseau de communication cellulaire. Cette possibilité offre de nouvelles alternatives par exemple pour la recherche par exemple en réduisant les coûts de conception ou d'intégration de dispositifs technologiques pour réaliser des études naturalistes ([Abdulazim, 2013](#)).

Ces composantes technologiques ont des limitations, comme le fait que chaque véhicule ne dispose que d'un port OBDII. Un conflit d'utilisation de ce port de communication peut alors se produire si celui-ci est déjà utilisé par une autre application technologique. De même l'utilisation du réseau de communication cellulaire peut s'avérer être un problème dans les régions qui ne disposent pas d'une bonne couverture, à cause de leur éloignement ou des caractéristiques topographiques de la région.

Aussi, les bases de données générées par les systèmes embarqués sont très volumineuses et leur analyse particulièrement complexe, ce qui contribue à ralentir l'intégration des technologies dans les pratiques communes. Celle-ci fait l'objet d'un marché pour des entreprises qui offrent des services de technologies de l'information, avec des services de prise en charge partielle ou clefs en main ([Ernst and Young, 2013](#) ; [IBM, 2012](#)).

2.4.3 L'acceptabilité par les utilisateurs

Les technologies embarquées suscitent des réactions variées auprès des conducteurs et il importe de les mesurer. L'évaluation de l'acceptabilité des systèmes est effectuée bien souvent en tenant compte de l'hétérogénéité des participants, en fonction de leur âge, de leur sexe ou de types de conducteurs (jeunes, contrevenants, ou différentes catégories sociales ou psychologiques).

Les degrés d'exhaustivité de l'étude de l'acceptabilité sont variés. Les participants sont sollicités de différentes façons par des questionnaires plus ou moins élaborés (en format papier ou électronique) avant, pendant et après l'expérimentation, des entrevues ([Young et al., 2013](#)), des sondages téléphoniques ([Omasits et al., 2006](#)), des analyses du comportement à l'aide de données vidéo (comme pour les études naturalistes (Blatt et al., 2015) ou l'expérimentation du SAIV LAVIA en France ([Ehrlich, 2002](#))), ou encore la présence d'un observateur dans le véhicule ([Omasits et al., 2006](#)).

Ces démarches ont pour but soit de faire exprimer des témoignages d'expérience d'utilisation de systèmes embarqués, soit des perceptions par rapport à l'éventuelle utilisation de ces technologies. Dans le premier cas, le participant fait une critique du système par rapport à des situations qu'il a vécues. Dans le deuxième cas, il s'agit d'évaluer l'attirance ou l'intérêt d'un échantillon d'utilisateurs potentiels pour utiliser un système. Les expérimentations réalisées en Australie en 2009 et 2010, *Repeat Speeders Trial* et *New South Wales ISA*, ainsi que l'expérimentation LAVIA en 2001, ont combiné ces deux aspects pour l'évaluation de SAIV. Pour les EDV, l'acceptabilité ne concerne pas l'utilisation des systèmes pendant la conduite puisqu'ils n'interagissent pas avec le conducteur en temps réel, mais repose essentiellement sur les aspects d'utilisation des données collectées. De nombreux aspects de l'acceptabilité peuvent être évalués :

- la facilité d'utilisation du dispositif, la convivialité de ses fonctionnalités, les aspects qui représentent un gain au plaisir de conduire ou à la perception de sécurité, ou au contraire qui constituent des irritants;
- l'ouverture des utilisateurs à procurer des informations à caractère personnel comme leur position géographique ou bien leurs données de comportement de conduite, qui peuvent faire l'objet d'une utilisation secondaire;
- le potentiel de mise en marché du dispositif, par exemple pour les SAIV ([Omasits et al., 2006](#));
- la mesure d'adhésion des employés, dans le contexte des flottes de véhicules professionnels, pour qu'ils respectent par exemple les procédures d'identification ou encore afin d'éviter les réactions de vandalisme ([Agerholm et al., 2008](#)).

Il est important de noter que l'évaluation de l'acceptabilité est particulièrement difficile à réaliser, car elle est en bonne partie subjective. Dans le cadre des expérimentations, elle est très influencée par la neutralité des chercheurs lorsqu'ils composent les questions auxquelles doivent répondre les participants ([Carsten, 2002](#)). L'acceptabilité dépend de facteurs sociaux qui ont un impact

différent selon les pays, ce qui rend difficile la comparaison des expériences entre elles. Ces aspects ont d'ailleurs fait l'objet d'études très exhaustives comme en France avec l'expérimentation LAVIA (Pianelli, 2008). Ils sont à l'origine des disparités entre les pays d'Europe en matière d'initiatives dans le domaine des assurances ([Telematic Update, 2014](#)).

Le recours à des incitatifs aide également à évaluer l'amélioration de l'acceptabilité des conducteurs lorsqu'il est établi que plusieurs aspects du système risquent de susciter une résistance à son utilisation. Une contrepartie pour l'utilisateur peut s'avérer par exemple nécessaire pour certains SAIV, avec lesquels le conducteur est davantage sollicité ou contraint, et pour des EDV pour lesquels les utilisateurs perçoivent une perte de liberté. C'est le cas par exemple des technologies associées à la gestion de flottes de véhicules dont le conducteur professionnel peut tirer des avantages avec une reconnaissance de ses compétences, ou encore dans le cadre de l'assurance télématique, avec laquelle l'assuré se voit consentir un rabais sur sa prime en fonction de son comportement de conduite.

2.4.4 Les considérations relatives à la gouvernance

Les aspects de gouvernance, propres à chaque juridiction, sont à considérer à différents niveaux dont les plus importants sont :

- le cadre légal et les réglementations qui vont faciliter ou ralentir le déploiement des technologies ;
- les moyens de promotion des initiatives en recherche et développement dans un premier temps ;
- les actions de mise en place du contexte favorable au déploiement d'une technologie qui a été évaluée et dont les bénéfices sont prometteurs.

Les principaux acteurs en gouvernance sont les entités gouvernementales, les institutions de recherche, les constructeurs automobiles, les équipementiers ou fournisseurs d'équipement technologique, l'industrie des réseaux de communication, les compagnies d'assurance, les gestionnaires de flottes de véhicules, les utilisateurs en tant que consommateurs.

Le déploiement des systèmes embarqués dépend donc de plusieurs intervenants dont les priorités ou les intérêts, liés aux bénéficiaires, ne sont pas toujours convergents. En Europe par exemple, bien que les résultats obtenus dans le cadre d'un bon nombre d'expérimentations de SAIV aient été prometteurs ([Lai et al., 2010](#)), ils n'ont pas suffi à susciter un déploiement à grande échelle et la mise à disposition aux usagers de la route ([Goodwin et al., 2006](#)).

2.4.5 La mesure des impacts des technologies embarquées

Les systèmes considérés peuvent avoir différents types d'impact liés à la vitesse : le respect des limites de vitesse, l'élimination des variations de la vitesse (*jerk driving*), rendant les accélérations et les freinages brusques moins fréquents ou moins prononcés, et l'impact sur le risque d'accident ([Bagdadi et al., 2009](#)). Ces variations de vitesse sont directement liées à l'accélération (positive ou négative) et dépendent indirectement de la vitesse, étant plus

fréquentes lorsque la vitesse n'est pas adaptée à l'environnement urbain par exemple.

Le respect de la limite de vitesse peut être mesuré en nombre d'occurrences pendant lesquels la vitesse mesurée était supérieure à la limite de vitesse de la route. Il a été cependant mentionné qu'une telle méthode a tendance à sous-estimer l'étendue des excès de vitesse qui sont faits à grande vitesse, la distance parcourue étant plus grande pour une même période de temps, en comparaison avec un excès de vitesse à faible allure qui compte plus d'occurrences, selon la façon dont les occurrences sont définies ([Lahrmann et al., 2011](#)). Il est donc préférable de comptabiliser le temps écoulé au cours d'un excès de vitesse.

Par ailleurs, pour être en mesure d'évaluer le choix de vitesse du conducteur, il est essentiel de ne prendre en compte que les situations pour lesquelles la circulation est libre. En effet, si la circulation est ralentie par l'encombrement des voies, le conducteur est contraint de rouler à la même vitesse que les autres véhicules, en général en dessous de la limite de vitesse. Cette notion est importante pour l'évaluation du comportement du conducteur lorsqu'il utilise un SAIV, car les données collectées doivent être filtrées et seules celles qui correspondent à une circulation libre permettront d'analyser l'impact du SAIV. Une approche consiste à mettre en relation la situation de circulation libre et la vitesse à laquelle circule le véhicule par rapport à la limite de vitesse : lorsque le véhicule circule par exemple à une vitesse supérieure à 75 % de la limite de vitesse, la situation est considérée en circulation libre ([New South Wales Centre for Road Safety, 2010](#)). Un autre moyen est de prendre comme critère la proximité avec le véhicule qui se trouve en avant. Dans le cadre de la *TAC SafeCar*, une expérimentation qui visait à évaluer plusieurs STI, dont un SAIV et un système de suivi de distance inter-véhiculaire, la situation de circulation libre était considérée à partir d'un temps inter-véhiculaire de plus de trois secondes, calculé à partir de la distance inter-véhiculaire et la vitesse du véhicule. Ce critère permet de s'appliquer de façon uniforme, quelle que soit la vitesse de la circulation.

3 LES EXPÉRIENCES INTERNATIONALES EN MATIÈRE D'EDV ET SAIV

La recension des connaissances sur les systèmes embarqués de mesure de la vitesse a été ciblée sur les EDV et les SAIV. Ce sont en effet ces deux catégories de systèmes, parmi celles qui ont été inventoriées dans la première partie du rapport, qui visent en premier lieu la collecte et la gestion de la vitesse pour améliorer la sécurité routière et pour lesquelles une littérature suffisante et détaillée sur les divers aspects d'évaluation existe. En plus de leurs objectifs spécifiques d'utilisation et de leurs propres caractéristiques sur plan technologique, les EDV et les SAIV présentent des particularités en termes d'acceptabilité, de déploiement et de performance.

Le terme d'EDV, dans cette partie, n'est pas réservé aux dispositifs mesurant exclusivement la vitesse du véhicule. Il est élargi aux systèmes qui mesurent la vitesse parmi d'autres données sur le véhicule, en particulier les systèmes de télémétrie véhiculaire, les dispositifs d'assurance télématique et les enregistreurs de données de bord (utilisés dans le cadre d'études naturalistes ou dans le secteur du camionnage pour le contrôle effectué par les autorités gestionnaires du réseau routier).

3.1 L'utilisation des enregistreurs de données de vitesse

3.1.1 Les objectifs d'utilisation des EDV

Les enregistreurs de données de vitesse servent à mieux comprendre le comportement du conducteur et être en mesure de faire des liens avec les différents impacts sur la sécurité, la consommation de carburant, les rejets dans l'environnement. Les trois principaux domaines d'utilisation des EDV sont la recherche pour l'amélioration de la sécurité routière, la gestion de flottes de véhicules et l'assurance télématique.

Les études de conduite en situation réelle ou études naturalistes visent à compiler de nombreuses données sur le comportement des conducteurs et constituent un autre moyen technologique d'analyser la sécurité routière et les facteurs menant aux accidents de la route. En raison de la faible probabilité d'accident de chacun des véhicules et afin de disposer d'un nombre suffisant d'accidents de la route et d'événements graves comme des conflits, il est essentiel de couvrir un vaste territoire pour une période de temps suffisamment longue. Une initiative de recherche américaine, le second *Strategic Highway Research Program* (SHRP2), a lancé la plus grande étude naturaliste qui a regroupé en 2014 environ 3150 participants, sur une période allant de 1 à 3 ans selon les participants. Ceux-ci ont parcouru un total d'environ 80 millions de kilomètres. Une analyse préliminaire de l'impact des facteurs d'inattention sur le risque d'accident a ainsi pu être réalisée à partir de 46 collisions et de 211 situations de quasi-collision ([Victor, 2014](#)). Ces données sont précieuses, car elles sont plus complètes que celles qui sont collectées par les enregistreurs d'événement. Des prises de vue, à partir de plusieurs caméras, et des capteurs

spécifiques, par exemple le radar mesurant la distance inter-véhiculaire, donnent l'opportunité d'approfondir les analyses (Gordon et al., 2013).

La gestion des flottes de véhicules est un autre domaine d'application pour lequel les enregistreurs de données de vitesse sont d'un grand intérêt ([Toledo, 2008](#)). Les rapports générés avec les données collectées permettent d'effectuer un suivi plus précis des déplacements et constituent un outil très performant pour gérer les ressources, en particulier minimiser la consommation de carburant, et diminuer l'usure prématurée des pièces des véhicules, ou encore être en mesure de quantifier les améliorations en termes de transport durable. Ces différents aspects sont liés au comportement du conducteur que les EDV permettent d'étudier en détail en constituant de grandes bases de données. Les applications pour la gestion de flotte sont vastes et permettent d'améliorer plusieurs comportements ayant un impact direct sur la sécurité routière ([Knipling et al., 2003](#)) : les comportements dangereux, la fatigue au volant, la consommation de substances illicites, les violations du code de la route.

Le domaine des assurances s'est lui aussi rapidement intéressé à la possibilité de collecter les données des véhicules pour améliorer leurs programmes de type *Pay As You Drive* qui modulent la prime d'assurance en fonction de l'utilisation du véhicule. Ce principe d'abord appliqué à la distance parcourue réelle par le véhicule (contrairement à une estimation annuelle) s'est prolongé avec d'autres données collectées pour mieux caractériser le comportement du conducteur. L'intérêt auprès de l'assurance télématique prend de l'ampleur en Europe à cause d'un jugement de la cour de justice Européenne qui a déclaré illégale la différenciation des primes d'assurance selon le sexe : la *Gender directive* du 21 décembre 2012 implique que les compagnies d'assurance ne peuvent distinguer entre les hommes et les femmes selon leur risque relatif d'accident. Les actuaires doivent trouver d'autres stratégies pour ajuster les primes au risque que représentent les assurés et rester ainsi compétitifs.

3.1.2 Les aspects technologiques des EDV

La complexité de l'installation des équipements dans les véhicules a évolué. En effet, plusieurs alternatives sont désormais offertes aux personnes qui souhaitent faire usage des EDV sans avoir besoin de concevoir des prototypes. Le branchement au port OBDII du véhicule, la possibilité de connexion Bluetooth ou Wifi, le recours à un téléphone intelligent ou encore la disponibilité de composantes électroniques que les particuliers peuvent installer dans leur véhicule, permettent de collecter des données beaucoup plus facilement qu'auparavant. Les constructeurs automobiles intègrent directement certaines de ces composantes technologiques dans leurs différents modèles de véhicule, y compris pour la connexion avec un réseau de communication, dans le but de proposer à leur clientèle des fonctionnalités de connectivité en plus d'une assistance avancée à la conduite ([Telematics update, 2014](#)). Par exemple, le groupe automobile qui regroupe les marques Fiat, AlphaRoméo et Lancia propose une solution simplifiée de collecte de données sur clé USB qui permet au conducteur de télécharger ses données de conduites pour apprendre à appliquer les principes d'éco-conduite ([Blue&Me, 2015](#)).

Plusieurs solutions technologiques utilisent le port OBDII du véhicule. C'est le cas de la majorité des dispositifs d'assurance télématique et de plusieurs équipements complémentaires à des applications mobiles. Ces applications mobiles se servent des données du véhicule et du téléphone pour offrir des services comme la recherche du véhicule dans un stationnement, un message d'alerte aux proches en cas d'accident, l'information sur les pannes du véhicule, le suivi très précis de la consommation de carburant et des comportements de conduite à améliorer afin de réduire la consommation de carburant ou l'impact sur l'environnement.

Cependant, le port OBDII, initialement conçu pour réaliser des diagnostics de réparation du véhicule, ne répond que partiellement à des normes communes entre les constructeurs automobiles. De plus il risque de créer des conflits d'utilisation puisqu'il n'existe qu'une seule prise par véhicule. La connectivité des véhicules est susceptible d'évoluer dans les prochaines années, d'après les initiatives qui créent un lien de plus en plus fort entre les constructeurs automobiles et les fournisseurs de technologies mobiles ([La Presse, 2015](#)).

3.1.3 L'acceptabilité des EDV par les conducteurs

Les dispositifs d'enregistrement de données à bord des véhicules lourds sont en développement depuis 2003 malgré la résistance à l'utilisation de ce type de technologies pour améliorer la sécurité routière ([Knipling, 2003](#)). Les gestionnaires des flottes de véhicules y voient un très grand intérêt, même si les conducteurs ont l'impression d'être davantage surveillés. Des stratégies sont mises en place pour améliorer l'acceptabilité telle que la reconnaissance des meilleurs conducteurs ou l'amélioration des pratiques de sécurité pour la conduite.

L'acceptabilité est un aspect particulièrement stratégique pour les compagnies d'assurance. Leurs solutions en télématique mettent en avant des incitatifs qui correspondent dans la majeure partie des cas à une possibilité de rabais sur la prime d'assurance de 20 à 30 %. Ces produits ciblent davantage les jeunes conducteurs pour lesquels les primes d'assurance sont plus élevées et qui sont donc plus susceptibles d'être intéressés à une évaluation plus précise de leur conduite ([Courtney, 2013](#)). Le recours à des applications mobiles pour le suivi de la performance de conduite et du rabais est également un moyen pour rendre le produit plus attrayant.

Le principe d'assurance basé sur l'utilisation peut être appliqué de différentes façons de manière à optimiser l'acceptabilité des assurés. Certaines compagnies par exemple ont fait le choix d'installer leur dispositif pour une durée limitée de 6 mois pour être en mesure de caractériser le profil du conducteur, ou des conducteurs conduisant le véhicule assuré, correspondant à une prime limitée ou non à la durée du contrat (exemples de Progressive aux États-Unis, Intact Assurances et Belair Direct au Québec). Cette disposition permet à l'assuré d'avoir le sentiment de n'être surveillé que pour une période limitée.

Le fournisseur d'un dispositif couplé à une application mobile, Automatic, propose une solution similaire pour la surveillance des jeunes conducteurs par leurs parents. En activant les services de surveillance sur une durée limitée et

en présentant aux parents les rapports de conduite de façon agrégée, les jeunes sont plus enclins à adhérer au concept ([Automatic, 2015](#)).

Les éléments en lien avec l'acceptabilité des conducteurs dans le contexte des études naturalistes sont limités puisque les EDV sont en général dissimulés et que leur fonction est de collecter les données sans influencer le comportement naturel du conducteur. Le conducteur n'a pas d'interaction avec les dispositifs comme dans le cas d'un SAIV. Ceux-ci permettent d'ailleurs, pour les expérimentations de SAIV, de continuer à collecter des données après la désactivation des SAIV par exemple dans le but d'évaluer l'impact qu'ils ont eu en termes d'apprentissage à long terme.

3.1.4 Le déploiement de certains types d'EDV

Le déploiement des EDV pour la gestion de flotte s'est fait naturellement avec celui des systèmes de localisation dans les années 1990 en Amérique du Nord et en Europe, connus sous l'acronyme anglais AVL (*Automatic Vehicle Location*). La donnée de vitesse a ainsi pu être obtenue à partir de la mesure du temps et de la distance parcourue. La télémétrie véhiculaire, déployée quelques années plus tard, consiste à collecter des données sur l'activité du véhicule et a permis d'obtenir la vitesse mesurée par l'odomètre.

Les dispositifs d'assurance télématique ont commencé à faire leur apparition dans le cadre de projets pilotes pour faciliter l'application du principe d'assurance basée sur l'utilisation du véhicule. Aux États-Unis, l'importante compagnie d'assurance Progressive a mis en place un projet de télématique, *Autograph*, de 1999 à 2001 dans l'État du Texas avec 1200 dispositifs permettant de savoir où, quand et comment conduisaient leurs assurés. C'est en 2004 dans l'état du Minnesota, que le projet pilote continue, appelé *TripSense*, dans le but de collecter avec fiabilité la distance parcourue par les véhicules, le moment des déplacements et la vitesse lorsqu'elle est supérieure à 75 mi/h. Le programme *TripSense* a ensuite été élargi à deux autres états en 2006 : l'Oregon et le Michigan, pour ensuite changer de nom en 2008 pour *MyRate*, et ne plus prendre en compte la mesure de la vitesse (à savoir les excès au-delà de 75 mi/h). En 2009 et 2010, le programme est implanté dans six autres États, et en 2010 le programme est rebaptisé *Snapshot Discount* et déployé à l'échelle nationale en 2011 dans 41 États (Progressive, 2012). Les rabais sont calculés en fonction du kilométrage parcouru, de l'intensité de freinage et du moment des déplacements.

En Europe, c'est la compagnie d'assurance Norwich Union, appartenant au groupe d'assurance Aviva, qui a initié un programme au Royaume-Uni en 2006 d'une durée de 2 ans. Ce programme visait à appliquer des rabais sur la prime d'assurance lorsque les conducteurs évitaient de conduire à certains moments de la journée (la nuit et aux heures de pointe) et empruntaient moins les routes en milieu urbain ([Courtney, 2013](#)). Le programme n'a pas été reconduit après 2008, car la compagnie n'a pas jugé le marché anglais assez mature. Le groupe Aviva a relancé un programme en 2012, appelé *RateMyDrive*, qui est basé sur l'utilisation du téléphone intelligent. Aviva-Canada avait également lancé un programme en 2005, nommé *Autograph*, pour lequel les dispositifs de

télématique étaient installés dans le véhicule pour une période de 6 mois et dont les données servaient à établir la prime pour l'année suivante ([Aviva, 2014](#)). Le produit était distribué pour les conducteurs en Ontario par l'intermédiaire d'un réseau de courtiers et a été arrêté à la fin du projet pilote en 2010. Celui-ci ne s'est pas avéré suffisamment rentable pour être commercialisé au Canada ([Insurance Business, 2013](#)).

Le Tableau 3 regroupe les principaux programmes d'assurance télématique selon une étude de 2013 réalisée par l'université de St Gallen en Suisse (Paefgen et al., 2013).

L'Italie est actuellement le chef de file de l'assurance télématique en Europe, suivie par le Royaume-Uni, en grande partie à cause du prix élevé des assurances qui est influencé par le nombre d'accidents, de vols et de fraudes. Malgré un projet pilote effectué par Axa assurances en 2007, le développement de l'assurance télématique est très limité en France, et en Allemagne, à cause des considérations légales sur la protection des renseignements personnels et parce que le marché, déjà très compétitif, ne permet pas de garantir la rentabilité de ces programmes ([Telematic Update, 2014](#)). Des experts interrogés par la compagnie Telematic Update pensent que la situation pourrait cependant changer avec l'intégration de services additionnels à l'assurance basée sur l'usage. Les constructeurs automobiles sont très intéressés par la collecte de données afin d'offrir des services de suivi et d'entretien du véhicule, et certains d'entre eux envisagent de faire concurrence aux assureurs actuels en proposant des services clés en main à l'achat du véhicule.

Les dispositifs d'assurance télématique permettent d'offrir une large gamme de services aux conducteurs dont les plus courants sont : le signalement de situation d'urgence pour prévenir les secours automatiquement en cas d'accident, l'assistance routière à distance, l'ajustement de la prime d'assurance en fonction de l'évaluation de la conduite, le signalement des irrégularités de conduite et le recours à des incitatifs, le suivi de véhicules volés et l'enregistrement des données en cas d'accident (les véhicules en Europe n'étant pas tous équipés d'EDR au moment de leur fabrication comme pour les véhicules en Amérique du Nord).

Tableau 3 : Liste des principaux programmes d'assurance télématique en 2013

<i>Pays</i>	<i>Nom du programme</i>	<i>Compagnie d'assurance</i>
Autriche	SafeLine	Uniqua
	La G-Box	Axa
Belgique	Ideal Auto Jr.	P&V
	S ² Safe and Save	Vivium
Allemagne	MeinCopilot	Provinzial
	SV Copilot	Sparkassen Versicherung
Royaume-Unis	Smart Wheels	More Than
	Coverbox	Allianz, The Cooperative, Groupama, Markerstudy Group, Sabre, Equity, Red Star
	Insurethebox	Insure The Box Ltd
	Pay How You Drive	Acorn Insurance Group
Italie	Unibox Top, Full, Easy, Moto	Unipol Assicurazioni
	Generali Sei In Auto GPS	Generali
	Otto Sat	INA Assitalia
	Linearsat	Linear Assicurazioni
	Full Royal Box	Reale Mutua
	Protezione Autogiov@ni	Axa
	Autometrica	
Afrique du Sud	SestoSenso	Allianz Lloyd Adriatico
	MiDrive-Style	MiWay
France	Pay As You Drive !	Hollard
	La G-Box	Axa
	Pay As You Drive	Amaguiz
Suisse	Easy Drive	Solly Azar
	Crash Recorder	Allianz Suisse
	Crash Recorder	Axa
États-Unis	Helpbox	Allianz Suisse
	Teen GPS Program	21st Century Insurance
	Teen Safe Driver Program	Amfam
	Teensurance	Safeco
	Low-Mileage Discount	GMAC Insurance
	Snapshot	Progressive
	Drive Safe & Save	State Farm
	uDrive	AAA Auto Insurance

Le déploiement des dispositifs de télémétrie véhiculaire et d'assurance télématique n'a pas fait l'objet de considérations pour une réglementation particulière, comme pour les enregistreurs de données d'événements qui ont un impact direct sur l'analyse et la compréhension des accidents ([Hynd et al., 2014](#) ; [OCDE, 2006](#)). Le déploiement des dispositifs d'assurance télématique a cependant pu être restreint à cause des aspects de protection des renseignements personnels, comme en France, où les compagnies souhaitant proposer des programmes d'assurance télématique doivent faire une demande d'autorisation auprès de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) (01Net.com, 2010). Ces produits doivent s'adapter aux contraintes législatives en limitant par exemple l'utilisation de données de localisation ou d'information en lien avec les excès de vitesse. Entre autres, en France, la loi informatique et liberté 70-17 interdit aux organismes privés de procéder à une collecte de données pouvant établir des infractions (CNIL, 1978), ce qui serait le cas pour les excès de vitesse par exemple.

Certaines initiatives d'envergure, comme la mise en place du système d'urgence pan-européen eCall ([ETSC, 2014](#)), procure une opportunité aux compagnies qui souhaitent développer un programme d'assurance télématique ([Telematic Update, 2014](#)). De tels projets permettent en effet de mobiliser l'ensemble des intervenants impliqués dans les technologies embarquées, et prépare le terrain pour les autres types d'utilisation des données.

Les états et les administrations participent au déploiement des dispositifs de télémétrie véhiculaire, au même titre que tout STI, en participant financièrement à des initiatives de recherche, dans le cadre de projets pilotes, et en équipant leurs propres flottes de véhicules ([AIPCR, 2011](#)). De plus, des administrations en transport routier jouent un rôle fédérateur en mettant à la disposition des différents intervenants des études de coût-bénéfice ou des guides de bonnes pratiques, comme par exemple le *National Cooperative Highway Research Program* aux États-Unis ([Wolf et al., 2014](#)).

3.1.5 La performance des EDV

Des stratégies d'optimisation peuvent être nécessaires pour s'adapter au degré de précision requis pour l'objectif de la collecte de données. En effet, la localisation à partir d'un récepteur GNSS est sujette à une imprécision variable selon le nombre de satellites disponibles, le relief et les conditions météorologiques. Elle dépend de l'ouverture au ciel de l'endroit à localiser, qui lorsqu'elle est trop réduite produit « l'effet canyon » lorsque plusieurs satellites sont occultés par un obstacle (bâtiments, tunnels, arbres, relief), ou encore lorsque des échos du signal sont détectés par le récepteur. La précision de la localisation par GNSS est de l'ordre de 5 à 15 mètres selon les situations, ce qui peut rendre difficile la distinction entre deux voies de circulation à proximité. Une façon d'améliorer le calcul de la localisation est d'utiliser les antennes du réseau de communication cellulaire (Berbinau et al., 1998). Il est aussi possible d'avoir recours à la navigation à l'estime (« dead reckoning ») qui consiste à utiliser certaines informations comme la vitesse du véhicule, le nombre de tours de roue, le degré de rotation du volant, informations disponibles en se connectant au port OBDII du véhicule, pour déduire la continuité du déplacement en

absence de signal GNSS ([Carsten, 2008](#)). Dans ce cas, la mesure de la vitesse est un intrant : elle permet d'estimer la position du véhicule.

La précision de la vitesse dérivée à partir d'un récepteur GNSS est dans la majeure partie suffisante, avec une erreur comprise entre 1 et 2 km/h selon une étude sur le sujet par [Al-Gaadi \(2005\)](#). Ses résultats ont permis de mettre en valeur le fait que l'imprécision de la mesure de vitesse est plus importante au moment d'une forte variation de la vitesse, et que la précision de la mesure de vitesse est indépendante de la valeur de la vitesse.

Les EDV dans le véhicule sont de plus en plus utilisés dans le cadre de programme d'assurance télématique, car un lien direct a été établi entre l'information sur les écarts de conduite et l'amélioration des comportements ([Musicant et al., 2007](#)). Il n'est cependant pas évident de faire un lien entre les dispositifs technologiques et les résultats en sécurité routière, car les statistiques d'accidents évoluent en même temps que la mise en place des technologies. Par exemple sur les dix années d'utilisation des limiteurs de vitesse en Europe, il est difficile de savoir ce qu'auraient été les statistiques sans limiteurs pour les camions commerciaux lourds (Commission Européenne, 2013). De plus la comparaison avec des groupes témoins doit porter sur des échantillons de grande taille compte tenu de la faible probabilité d'accident (Gordon et al., 2013).

Cependant, une étude de l'impact des dispositifs d'assurance télématique sur les jeunes conducteurs aux Pays-Bas en 2008 a montré que la proportion de la distance parcourue en excès de vitesse avait chuté de 6 %, et que la durée d'excès de vitesse volontaire avait baissé de 14 % ([Bolderdijk, 2011](#)). Cette expérimentation qui a duré environ 8 mois et a impliqué une centaine de participants est arrivé à ce résultat avec un incitatif financier (50 euros par mois pour les meilleurs conducteurs).

Les constats sur la performance des enregistreurs de données d'événements peuvent être généralisés aux EDV dans la mesure où les dispositifs ont un principe de fonctionnement semblable. Les impacts sur la sécurité routière sont :

- directs en influençant le comportement du conducteur qui modifie son comportement si il a connaissance que sa conduite est « enregistrée » ;
- et indirects par la compréhension des événements particuliers : les analyses des données d'accidents et de quasi-accidents ([Neal et al., 2005](#)).

Le conducteur tiendra véritablement compte de la présence du dispositif si l'analyse des données est associée à des mesures incitatives (positives dans le cas des récompenses, ou négatives pour l'application de pénalités). Une récente étude européenne sur les coûts et les bénéfices du déploiement des enregistreurs de données d'événements ([Hynd et al., 2014](#)) a regroupé les différentes évaluations de réductions du nombre d'accident et de réparations (Tableau 4).

Tableau 4 : Estimation de la performance des enregistreurs de données d'événement (Hynd et al., 2014)

Étude	Type de flotte	Réduction du nombre d'accidents	Réduction des coûts de réparation
VDO (1999)	Commerciale	15%	-
SAMOVAR (2005)	Commerciale	28%	40%
Icelandic	Commerciale	56%	-
Wouters and Bos (2000)	Commerciale	20%	-
Elvik (2007)	-	6% à 7%	-
Plihal (2007)	Commerciale	9% à 66% (médiane 22,5%)	-
Danish Road Safety and Transport agency	-	20% (+/- 15%)	20%
eSafety working group (2005)	Tout type	Pas d'effet significatif sur les accidents	-
Cowi (2006)	Tout type	10% (7% à 15%)	-
Northamptonshire Police (2005)	Police	20% à 25%	-
VERONICA	-	25%	25%
AXA (2012)	-	15%	
Petersen and Ahlgrimm (2014)	-	5%	
TRL	Commerciale	0% à 10% (5%)	
TRL	Privé	0% à 2% (0%)	

Selon les applications, il peut y avoir des limitations dans le cas de véhicules utilisés par plusieurs conducteurs pour associer à chaque conducteur les données collectées lorsqu'il conduit, par exemple dans le cas d'employés qui se partagent le véhicule d'une flotte ou d'un véhicule utilisé par plusieurs membres d'une famille. Cet aspect ne constitue pas une limite pour une compagnie d'assurance, du moins au Canada, car il est question d'assurer un véhicule plutôt qu'un individu. Cela reflètera au contraire davantage la réalité du risque assuré par rapport à une assurance conventionnelle pour laquelle il est impossible de tenir compte de tous les conducteurs occasionnels.

Dans le cadre des études de comportement de conduite en situation réelle, les données collectées sur les conducteurs non identifiés qui utilisent le véhicule instrumenté risqueront d'occasionner un biais dans les analyses. Il en est de même pour les rapports de comportement de conduite qui pourraient être générés pour la gestion de flotte de véhicules. Une procédure doit donc être mise au point afin d'éviter que le conducteur oublie ou refuse de s'identifier.

3.2 Des expérimentations de SAIV depuis 1990

C'est en 1977 que la première expérimentation basée sur le concept des SAIV a été réalisée en France, en utilisant un dispositif hybride (limiteur de vitesse / SAIV) permettant d'étudier les réactions du conducteur (Saad et al., 1982). En 1992, le premier dispositif capable de faire le lien entre la localisation du véhicule et la limite de vitesse permise était expérimenté par 75 utilisateurs, en Suède (Persson et al., 1993). Différentes versions de dispositifs ont ensuite été testées, pendant plus de 20 ans, pour tenter de déterminer les effets de ces systèmes sur les conducteurs, et pour évaluer leur efficacité sur l'amélioration de la sécurité routière dans différents contextes (Tableau 5).

Les expérimentations ont été effectuées, pour la majeure partie, dans des conditions de circulation réelle avec des véhicules disponibles en tout temps pour les participants. Seules quelques-unes ont été réalisées exclusivement ou partiellement sur des simulateurs ([Marchau et al., 2010](#)), ou ont consisté à faire essayer à des participants à plusieurs reprises un même véhicule expérimental sur un trajet prédéterminé, comme dans le cadre du projet MASTER ([Makinen et al., 1998](#)).

Les types de SAIV ont deux modes principaux d'opérations, dont les variantes seront détaillées dans les sections suivantes : le mode informatif (ou passif) dans lequel le conducteur est avisé qu'il se trouve en situation d'excès de vitesse, et le mode actif dans lequel le système influence directement le contrôle du véhicule, par exemple en modifiant le fonctionnement de la pédale d'accélération pour contraindre ou tenter de contraindre le conducteur à respecter la limite de vitesse. Certains systèmes actifs peuvent être désactivés, et d'autres sont permanents.

Tableau 5 : Inventaire des expérimentations de SAIV (triées selon la date de début de l'expérimentation)

Pays	Année	Région/ville	Nom du projet	Durée de l'essai	Nombre de participants	Principale référence
France	1977-1978	Paris	-	-	28	Saad et Malaterre (1982)
Suède	1991-1992	Lund	-	-	75	Persson et al (1993)
Suède	1992	Göteborg	ARENA	-	16	Almqvist and Towliat (1993)
Suède	1996-1997	Umeå ou Eslöv	-	9 mois	92	Marell et Westin (1999)
Suède	1996-1997	Eslöv	-	2 mois	25	Almqvist (1998)
Royaume-Uni	1997-1999	Leeds	EVSC (MASTER)	3 essais	24	Tate et Carsten (1997-1999-2000)
Suède / Pays-Bas / Espagne	1998	Lund, Randstad, Barcelone	MASTER	2 essais	72	Varhelyi et Makinen (2001)
Pays-Bas	1999	Groningen	-	4 essais	24	Brookhuis et De Waard(1999)
Pays-Bas	1999-2000	Tilburg	-	8 semaines	120	Duynstee et al (2001)
Suède	1999-2001	Borlänge	-	-	400	Lind (1999-2002)
Suède	1999-2001	Umeå	-	-	3642	Lind (1999-2002)
Suède	1999-2001	Lund	-	5-8 mois	290	Lind (1999-2002)
Suède	1999-2001	Linköping	-	-	220	Lind (1999-2002)
Danemark	2000-2001	Aalborg	INFATI	6 semaines	24	Larhmann et al (2001)
Finlande	2000-2001	-	-	-	24	Paatalo et al (2001)
France	2001-2008	Yvelines	LAVIA	8 semaines	90	Saad et al (2002-2006)
Suède	2002-2003	Göteborg	-	-	16	non publié
Belgique	2002-2004	Gand	-	-	20	Vlassenroot et al (2004-2007)
Belgique	2002-2004	Gand	DIVOTE	-	90	Vlassenroot et al (2004-2007)
Royaume-Uni	2003	Leeds	ISA-UK	6 mois	80	Jamson et al. (2006)
Hongrie	2003	Debrecen	PROSPER	-	20	De Kievit et al. (2003)
Espagne	2003	Mataró	PROSPER	-	19	De Kievit et al. (2003)
Suède	2003-2005	Stockholm	-	3 mois	130	Myhrberg (2007)
Australie	2003-2005	Melbourne	TAC SafeCar	5-11 mois	23	Regan et al (2006)
Autriche	2004	Vienna	RONCALL-I2	3 mois	37	Maurer (2003)
Norvège	2004	Karmøy	-	-	50	Cf. Jamson et al. (2006)
Canada	2005-2006	Ottawa	-	-	20	Cf. Paine et Al (2007)
Australie	2006	Sydney	-	-	20	Cf. Paine et Al (2007)

Danemark	2006-2008	North Jutland	PAYS	2 ans	300	Niels Agerholm (2011)
Australie	2006-2007	Western Australia	-	-	50	Cf. Paine et Al (2007)
Canada	2007	Ottawa	-	-	50	Cf. Paine et Al (2007)
Danemark	2008	Vejle	ISA-C	14 mois	51	Niels Agerholm (2011)
Australie	2008	Victoria	-	3 essais	30	Young et al. (2009)
Australie	2009-2010	New South West	NWS ISA	8 mois	104	NMS Centre for Road Safety (2010)
Australie	2010	État de Victoria	Repeat Speeders Trial	12 semaines	85	Young et al. (2013)
Malaisie	2010 ?	Shah Alam	UiTM Bus Drivers	-	10	Khushairy et al. (2012)
Malaisie	2010-2011	Penang	Penang Trial	3 mois	11	Ghadiri et al (2012)
Suède	2011-2012	-	One year PAYS	1 an	176	Stigson et al. (2013)

Les caractéristiques de ces expérimentations ont été très variables comme on peut le voir dans le Tableau 5 : le nombre de participants impliqués, le nombre de kilomètres inclus dans les zones d'étude, le nombre de niveaux de limites de vitesse dans ces zones et la durée des phases de collecte de données. Alors que certaines ne s'adressaient qu'à quelques dizaines de conducteurs, d'autres expérimentations concernaient plusieurs centaines de participants. L'expérimentation qui a sollicité le plus de participants a compté plus de 3 600 conducteurs à Umeå en Suède en 1999. Celle-ci se déroulait simultanément avec trois autres expérimentations dans le même pays, à Borlänge (400 participants), Lund (290 participants) et Linköping (220 participants).

Les zones d'essai pouvaient être restreintes à certains secteurs, dont les limites de vitesse à jour étaient bien connues, ou au contraire s'étendre sur l'ensemble d'un réseau routier. Ainsi, selon les expérimentations, même les plus récentes, les longueurs de parcours pour lesquelles la collecte et le traitement des données étaient effectués variaient entre quelques dizaines de kilomètres avec trois niveaux de limites de vitesse comme en Malaisie en 2010, et quelques milliers de kilomètres, comme en Australie en 2009 avec cinq niveaux de limites de vitesse.

Enfin, la durée des collectes de données est également très variable : de quelques semaines à plusieurs années comme au Danemark avec l'expérimentation PAYS qui dura deux ans ([Lahrmann, 2011](#)).

Un projet pilote a également été mené en Saskatchewan pour l'utilisation de SAIV par les motocyclistes. La collecte de données a été faite à partir de l'été 2013 jusqu'à l'automne 2014. L'organisme à l'origine de l'initiative, la *Saskatchewan Government Insurance* (SGI), n'a cependant pas reconduit l'étude pour la saison de circulation à motocyclette en 2015. La SGI a constaté que la technologie n'était pas mature, bien qu'elle le soit pour les automobiles, selon l'information affichée actuellement sur son site internet ([SGI, 2015](#)). Selon les avis mis à jour sur le forum du site Internet, plusieurs problèmes techniques n'ont pas permis de collecter des données fiables pour caractériser le comportement de conduite des assurés.

Les sous-sections suivantes de cette partie suivent les critères d'évaluation présentés de façon générale dans la section précédente en synthétisant les constats effectués au cours des expérimentations : les objectifs d'utilisation des SAIV, leurs caractéristiques technologiques particulières, l'acceptabilité des différents systèmes par les conducteurs, les aspects de gouvernance des expérimentations et du déploiement des SAIV et leur performance.

3.2.1 Les objectifs d'utilisation des SAIV

La finalité d'un SAIV est d'éviter au conducteur de pratiquer des vitesses excessives. Plusieurs objectifs spécifiques ont été visés dans le cadre des expérimentations qui ont eu lieu depuis une vingtaine d'années. Les expérimentations se sont adressées dans certains cas à des profils de conducteurs bien particuliers en vue d'évaluer l'efficacité des SAIV en rapport avec des problématiques spécifiques :

- Les récidivistes qui ont eu des points d'inaptitude pour excès de vitesse, en Australie avec l'expérimentation *Repeat Speeders Trial* ([Young et al., 2013](#)) ;
- Les jeunes conducteurs, titulaires de permis temporaire, au Danemark avec l'expérimentation *Pay As You Speed* ([Lahrmann, 2011](#)) et en Autriche avec une expérimentation sur simulateur ([Young et al., 2009](#)) ;
- Des conducteurs atteints d'une lésion cérébrale, au Danemark ([Klarborg, 2011](#)).

La majorité des expérimentations se déroulent dans des situations réelles avec des ampleurs de projet très variées, et quelques-unes ont été réalisées avec des simulateurs de conduite. Ceux-ci offrent des possibilités intéressantes d'évaluation par rapport aux expérimentations en situation réelle, car elles ont l'avantage de standardiser les tests entre les différents participants. Ils sont exposés à des conditions similaires dont les éléments du trajet sont identiques, tout en ayant la possibilité de modifier légèrement l'environnement de la route afin d'éviter toute forme d'apprentissage et d'anticipation par le participant lorsque plusieurs systèmes sont comparés. Plusieurs expérimentations y ont eu recours dès 1998, avec le projet MASTER (*Managing Speed of Traffic on European Roads*) pour étudier l'effet d'un SAIV informatif et de deux variantes de SAIV actif (un système basé sur des limites de vitesse fixes et un autre basé sur des limites de vitesse dynamiques) ([Varhelyi et al., 1998](#)). Des tests ont également été effectués en Australie dans un simulateur pour évaluer le comportement de quinze jeunes conducteurs par rapport à quinze conducteurs expérimentés vis-à-vis de deux variantes de SAIV (informatif et actif) ([Young, 2009](#)). Deux projets de grande ampleur, TAC Safe-Car en Australie et ISA-UK au Royaume-Uni, ont également eu recours à des simulateurs en complément à leurs évaluations de SAIV ([Regan et al., 2006](#) ; [Carsten et al., 2008](#)).

Les objectifs fixés à l'origine de l'évaluation des SAIV sont nombreux, correspondant aux besoins variés des intervenants dans les différents projets. Ils peuvent être regroupés en quatre catégories :

- Les aspects de sécurité routière avec :
 - l'évaluation de la réduction de la vitesse, à partir de laquelle est estimée la réduction du risque d'accident;
 - l'amélioration de la sécurité routière par l'étude des changements de comportement de conduite;
 - la disparité des gains selon les types d'environnement de conduite (urbain, périurbain, rural), et les niveaux des limites de vitesse;
- Les considérations sur l'interface homme-machine :
 - l'acceptabilité des SAIV par les participants, du point de vue technique pour la convivialité du système (équipement ou logiciel), ainsi qu'en termes de perceptions sociales;
 - l'utilité du système à court et long terme, avec une installation permanente ou temporaire;
- Les mesures d'impact de nature économique :
 - l'estimation de l'économie de carburant;

- l'étude de l'effet de l'utilisation des SAIV sur les temps de déplacement;
- les gains monétaires réalisés par la potentielle réduction du nombre d'accidents.
- L'évaluation des gains potentiels sur le plan environnemental :
 - les retombées sur la réduction des émissions de polluants et gaz à effet de serre estimées à partir de la réduction de la vitesse.

L'étude des impacts des SAIV sur le comportement de conduite et la sécurité routière concerne également les aspects secondaires suivant : les priorités aux carrefours, le dépassement des autres véhicules ou par les autres véhicules, et les temps de réactions à des événements critiques ([Young, 2009](#) ; [Carsten et al., 2008](#)). L'étude danoise qui s'intéressait aux conducteurs ayant été atteints d'une lésion cérébrale visait spécifiquement à déceler le caractère intentionnel des situations de dépassement de vitesse afin d'évaluer si les SAIV pouvaient servir de « prothèse cognitive » pour ces usagers ([Klarborg, 2011](#)).

Plusieurs expérimentations ont par ailleurs eu pour objectifs d'évaluer les incitatifs pour l'adoption et l'utilisation des SAIV, en les combinant des programmes de rabais d'assurance ([Lahrmann, 2011](#) ; [Elvik, 2014](#)). Ces approches permettent par la même occasion de modifier l'évaluation des risques d'assurance de façon dynamique comme pour l'assurance télématique (Stigson et al., 2013) plutôt que d'utiliser des critères généraux statiques tels que le sexe, l'âge et l'expérience de conduite qui ne dépendent pas du comportement du conducteur.

Par cette grande variété d'objectifs, l'ensemble des expérimentations de SAIV a tenté au fil des années de répondre aux questions relatives à la pertinence de leur déploiement, et à mettre en perspective les nombreux aspects qui pourraient optimiser leur adoption tant par les utilisateurs que par l'ensemble des intervenants en transport routier.

3.2.2 Les aspects technologiques des SAIV

Les composantes technologiques des SAIV doivent réaliser trois tâches : l'identification de la limite de vitesse sur la route empruntée par le conducteur, la mesure de l'écart entre la vitesse pratiquée et la limite de vitesse, et le signalement des excès de vitesse au conducteur.

L'information sur la limite de vitesse peut provenir de deux sources, potentiellement utilisées de façon complémentaire :

- la collecte des coordonnées géographiques du véhicule, leur association à la section de route empruntée par le conducteur et l'identification de la limite de vitesse correspondante dans la base de données des limites de vitesse. La vitesse pratiquée sera alors comparée à la limite de vitesse du secteur pour détecter les éventuels excès de vitesse ;
- la mémorisation de la limite de vitesse à partir d'une lecture du panneau se situant au bord de la route : un dispositif muni d'une composante optique reconnaît le panneau et mémorise la limite de vitesse qu'il

compare à la vitesse pratiquée jusqu'au prochain panneau de limite de vitesse.

Des constructeurs automobiles commencent à proposer des fonctionnalités basées sur la lecture des panneaux de vitesse ([Opel, 2014](#)). Très récemment, la marque Ford a dévoilé le tout premier SAIV intégré dans son modèle S-MAX commercialisé en Europe. Ce dispositif permet au conducteur d'éviter de faire des excès de vitesse involontaires ([Ford, 2015](#)). Un système de reconnaissance des panneaux de signalisation combiné à un système de navigation agit sur le système d'injection du véhicule et une alarme retentit si cette action n'est pas suffisante pour ralentir le véhicule dans les descentes.

L'intégralité des expérimentations de SAIV qui ont fait l'objet d'une publication scientifique se base sur la comparaison de la mesure de la vitesse avec les limites de vitesse à l'emplacement du véhicule, qui nécessite donc une mise à jour régulière de la base de données des limites de vitesse. Cette particularité pose des défis technologiques et organisationnels, puisqu'il n'est pas évident, sur l'ensemble d'un réseau routier de connaître précisément les limites de vitesse. En effet, celles-ci sont sujettes à des changements réguliers, dans des proportions relativement importantes dans certaines parties denses d'un réseau routier. Le projet LAVIA français estime que 15 % des limites de vitesse doivent être mises à jour chaque année ([Ehrlich et al., 2002](#)). La complexité de cette problématique augmente à cause de la signalisation temporaire, comme pour les zones de travaux ([Young et al., 2013](#)), pour les limites de vitesse variables et les limites de vitesse dynamiques qui sont modifiées, en temps réel, en fonction de certaines conditions de circulation.

Plusieurs expérimentations ont relevé cette difficulté qui a un impact sur la crédibilité des SAIV ainsi que sur l'intérêt qu'ils pourraient susciter en procurant une information fiable lorsque le conducteur s'interroge à propos de la limite de vitesse en vigueur ([Carsten et al., 2004](#)). Des stratégies ont été utilisées dans certaines expérimentations en facilitant la mise à jour régulière, par réseau sans fil, de la base de données des limites de vitesse ([New South Wales Centre for Road Safety, 2010](#)), y compris à des emplacements spécifiques sur le réseau comme les bornes de péages ([Karthikeyan et al., 2010](#)).

Pour les systèmes informatiques, les difficultés techniques résident surtout au niveau de l'association de la vitesse pratiquée à la limite de vitesse qui est directement liée à la fiabilité de la donnée de localisation ([Page, 2014](#) ; [Young et al., 2013](#) ; [Ehrlich et al., 2001](#) ; [Bolderdijk et al., 2011](#)). La localisation n'est quelquefois pas disponible ce qui ne permet pas au SAIV de valider que la vitesse du véhicule soit bien en dessous de la limite de vitesse. Aussi lorsque la donnée est très imprécise, le SAIV associe la vitesse pratiquée à une limite de vitesse qui ne correspond pas à la section de route où se trouve le véhicule. Afin de réduire les risques de données non exploitables ou d'incohérences pour les consignes données aux participants par le SAIV, l'expérimentation ISA-UK en 2003 disposait d'un système de localisation GPS combiné à une navigation à l'estime ([Carsten et al., 2008](#)). Celle-ci est systématiquement comparée à la donnée GPS et prend le relais en cas de perte de signal ou de grande différence qui peut être causée des situations météorologiques ou par l' « effet canyon ».

Pour les systèmes actifs, la complexité technique du SAIV dépend aussi du degré d'intervention sur la conduite du véhicule et de la façon d'intervenir (freiner de façon inappropriée pourrait par exemple surprendre le conducteur ou créer une situation dangereuse avec le véhicule suivant).

Un autre volet important des caractéristiques techniques des SAIV concerne les composantes destinées à influencer le conducteur en cas d'excès de vitesse. Ces fonctionnalités sont généralement classées en deux catégories : les systèmes informatifs, qui informent le conducteur s'il respecte ou non les limites de vitesse, et les systèmes actifs qui agissent sur le contrôle du véhicule pour obliger le conducteur à les respecter. Le conducteur peut en réalité être interpellé selon trois modalités lorsqu'il se trouve en situation d'excès de vitesse : par un signal visuel, auditif ou tactile. Chacun de ces trois types de signaux peut varier ou être combiné à un autre afin d'attirer l'attention de façon plus ou moins marquée. Les expérimentations de SAIV ont utilisé des moyens variés pour tenter d'influencer le conducteur :

- Un voyant ou l'affichage de la vitesse, avec ou sans clignotement, d'une couleur différente selon l'occurrence d'un excès de vitesse et selon son importance;
- Un nombre de bips variable selon l'importance de l'excès de vitesse;
- Un message vocal répété à intervalle régulier aussi longtemps que le véhicule se trouve au-dessus de la limite de vitesse;
- Un point dur sur l'accélérateur qui nécessite d'appliquer une pression plus forte si le conducteur veut tout de même augmenter la vitesse;
- Une vibration de la pédale d'accélérateur lorsque le véhicule est au-dessus de la limite de vitesse;
- Les systèmes actifs agissent sur un ou plusieurs organes du véhicule : en désactivant la pédale d'accélération lorsque la limite de vitesse est atteinte, avec dans certains cas une action sur les freins pour éviter au véhicule de prendre de la vitesse dans les descentes.

Le Tableau 6 synthétise le recours aux trois types de perception (visuelle, auditive et haptique) dans les expérimentations de SAIV pour lesquelles cet aspect est bien documenté. La diversité des signaux utilisés montre que les systèmes informatifs peuvent être configurés de multiples façons ce qui a un impact sur leur performance et sur l'acceptabilité par les conducteurs. L'évaluation d'un SAIV doit donc prendre en considération les types de signaux utilisés et leur façon d'interagir avec le conducteur.

Tableau 6 : Types de signaux utilisés pour les principales expérimentations de SAIV

	Perception visuelle						Perception auditive				Perception haptique				
	Voyant			Écran			Bip sonore		Message vocal		Accélérateur		Freins		
	s'allume	change de couleur	clignote	s'active	affiche un message	change de couleur	clignote	retentit une seule fois	retentit à répétition	est prononcé une seule fois	est prononcé à répétition	vibre	résiste à la pression	devient inactive	se mettent en action au besoin
<i>One-year PAYS</i> (Suède - 2011)	x														
<i>ISA Penang</i> (Malaysie - 2010)										x					
<i>Repeat Speeders Trial</i> (Australie - 2010)						x	x	x							
<i>New South Wales ISA</i> (Australie - 2009)						x	x	x							
<i>Acceptance Young Drivers</i> (Australie - 2008)	x		x				x	x							
<i>ISA Acquired Brain Injury</i> (Danemark - 2007)										x					
<i>ISA-C</i> (Danemark - 2007)					x					x					
<i>PAYS</i> (Danemark - 2006)					x					x					
<i>ISA-UK-auto et camion</i> (Royaume-Uni - 2003)											x	x	x	x	
<i>ISA-UK-moto</i> (Royaume-Uni - 2003)							x				x	x	x		
<i>TAC SafeCar</i> (Australie - 2003)				x			x	x				x			
<i>Gand ISA trial</i> (Belgique- 2002)												x	x		
<i>LAVIA</i> (France - 2001)							x					x	x		
<i>INFATI</i> (Danemark - 2000)	x									x					
<i>VTT Instrumented Car</i> (Finlande - 2000)					x	x				x				x	
<i>Large Scale Trials - Borlänge</i> (Suède - 1999)	x							x			x				
<i>Large Scale Trials - Lund</i> (Suède - 1999)	x							x				x			
<i>Large Scale Trials - Linköping</i> (Suède - 1999)	x							x				x			

3.2.3 L'acceptabilité des SAIV par les conducteurs

L'acceptabilité est tout d'abord très liée au type de SAIV : un système informatif génère bien souvent moins d'irritants puisqu'il est moins contraignant pour le conducteur. Les différents aspects des perceptions visuelles, auditives et haptiques (Tableau 7) donnent une idée générale du lien qui pourrait être établi entre la configuration du SAIV et l'acceptabilité des conducteurs : selon l'utilisation et la combinaison des différentes variantes de perceptions (visuelles, auditives et haptiques), le SAIV sollicite plus ou moins l'attention du conducteur et correspond à un degré variable d'intrusion dans l'accomplissement de les tâches de conduite. La configuration du SAIV a donc une forte influence sur l'acceptabilité du dispositif, et celle-ci peut être très différente même pour deux systèmes qui sont informatifs.

Tableau 7 : Différentes composantes pour la sollicitation de l'attention (système informatif)

Perception visuelle	Perception auditive	Perception haptique
Activation / mise en veille de l'affichage	Avertissement par un message vocal	Résistance sur la pédale d'accélération
Variation de la luminosité	Avertissement par un bip	Vibrations sur la pédale d'accélération
Changement de couleur de l'affichage	Durée des bips	
Clignotement de l'information	Fréquence des bips ou des messages	
Proximité par rapport au champ visuel	Diminution du volume de la radio au moment d'un avertissement du SAIV	
Possibilité / impossibilité de désactiver momentanément le système		

Le système informatif ne s'interpose pas entre le conducteur et les commandes du véhicule et est donc beaucoup moins susceptible de procurer une frustration. Dans certains cas, les systèmes peuvent être temporairement désactivés par le conducteur (systèmes débrayables) ([Carsten et al., 2008](#)) ou pas, informant systématiquement le conducteur ou bridant le véhicule à la limite de vitesse pour les systèmes actifs ([Paatalo et al., 2002](#)). D'autres expérimentations ont eu recours à un dispositif tantôt débrayable, tantôt obligatoire pour étudier l'acceptabilité des deux types de systèmes en situation réelle ([Ehrlich et al., 2001](#)) ou dans un simulateur ([Carsten et al., 2008](#)). Les systèmes actifs non débrayables sont particulièrement moins bien acceptés dans des situations de circulation denses ou lorsque le conducteur souhaite effectuer un dépassement ([Ehrlich et al., 2002](#)).

Le système SAIV informatif donne une impression de sécurité et améliore le plaisir de conduite ([Ghadiri et al., 2012](#)), ne génère pas de stress au conducteur ([Makhtar et al., 2012](#)), constitue un système d'assistance à la conduite qui est apprécié ([Omasits et al., 2006](#)). Et lorsqu'ils en ont la possibilité, la majeure

partie des participants souhaite conserver définitivement le dispositif dans leur véhicule ([Ghadiri et al., 2012](#) ; [Vlassenroot et al., 2007](#)).

En revanche, le système actif est en général moins bien accepté, car les conducteurs sont réticents à un système plus intrusif dans leurs tâches de conduite ([Lahrmann et al. 2011](#) ; [Ghadiri et al., 2012](#) ; [Agerholm et al., 2008](#)) et vont jusqu'à ressentir de la frustration et de l'insécurité ([Päätaalo et al., 2002](#)). Cependant les expérimentations à grande échelle effectuées en Suède à Lund et Linköping en 1999, au cours desquelles une comparaison entre les systèmes actifs débrayables et non débrayables a été réalisée, ont mis en valeur que les SAIV actifs, même s'ils sont moins bien acceptés, procurent plus de confort pour la conduite, et évitent de réajuster continuellement la vitesse comme il est nécessaire de le faire avec les SAIV informatifs ([Hjalmdahl et al., 2004](#)). Une autre exception à la règle a été constatée pour le SAIV actif destiné aux motos dans l'expérimentation *ISA-UK* : les participants ont, à l'unanimité, davantage apprécié le système actif que le système informatif ([Carsten et al., 2008](#)). Le résultat de cette évaluation a été d'autant plus surprenant que tous en avaient un mauvais jugement avant de l'avoir essayé.

L'acceptabilité varie bien évidemment en fonction du type de conducteur. Pour l'expérimentation à Ghent en Belgique, la moitié des participants était des particuliers et l'autre moitié des conducteurs professionnels ([Vlassenroot et al., 2007](#)). Les particuliers ont plus apprécié le SAIV actif débrayable, mais ils ont eu tendance à débrayer le système actif plus souvent dans les secteurs urbains, alors que les professionnels débrayaient plus souvent sur les autoroutes. D'autres études ont montré que les jeunes conducteurs ont quant à eux tendance à forcer plus souvent les dispositifs débrayables, les éteindre ou à moins tenir compte des alertes ([New South Wales Centre for Road Safety, 2010](#)), phénomène également constaté pour les hommes par rapport aux femmes ([Carsten et al., 2008](#)).

Aussi, les SAIV sont quelquefois moins appréciés pour certaines de leurs fonctionnalités. Un affichage trop lumineux procure de la gêne dans des conditions de conduite nocturne, rendant le système trop intrusif et réduisant le niveau d'attention pour la conduite ([Young, 2013](#)). Quant au message vocal qui est utilisé pour les systèmes informatifs, il doit être activé selon une tolérance raisonnable, et non dès que la limite de vitesse est dépassée de seulement 1 ou 2 km/h, et ne doit pas être trop répétitif au risque d'être monotone et ennuyeux ([Van Nes et al., 2008](#) ; [Paatalo et al., 2002](#)).

Pour certaines expérimentations, la phase de recrutement des participants a constitué une occasion d'évaluer les perceptions envers les SAIV. En effet, d'importantes résistances ont été rencontrées au Danemark dans le cadre du projet *PAYS (Pays As You Speed)*, à tel point que le nombre de participants visé initialement n'a jamais été atteint (105 participants au lieu de 300, en comptant les abandons) et que la durée des tests a été affectée entre autres par les retards cumulés au moment du recrutement (1 an au lieu de 3 ans prévus initialement) ([Lahrmann et al. 2011](#)). Le recrutement a été difficile dans une moindre mesure pour d'autres expérimentations : *ISA-Acquired Brain Injury* au Danemark ([Klarborg et al., 2011](#)), *ISA-UK* au Royaume-Uni ([Carsten et al.,](#)

2008), TAC SafeCar en Australie ([Regan et al., 2006](#)). Les critères fixés au départ pour la sélection des participants peuvent être en cause, mais l'explication avancée pour le cas du Danemark a été la crainte, pour le participant, de ne plus avoir la liberté d'effectuer des excès de vitesse. Dix politiciens impliqués dans des dossiers de sécurité routière devaient également participer à l'étude, mais uniquement trois d'entre eux ont finalement essayé le SAIV, et un seul a exprimé des commentaires positifs à la fin de la période de tests.

Plusieurs expérimentations de SAIV ont introduit des incitatifs pour offrir une contrepartie à la crainte des participants, mais aussi dans le but de maintenir l'intérêt des conducteurs à utiliser le système même sur de longues périodes. Ces incitatifs ont un effet sur l'acceptabilité des systèmes puisqu'ils procurent une compensation pour les désavantages, réels ou perçus, de ces systèmes ([Stigson et al., 2013](#)).

Sur la base des expérimentations effectuées dans les différents pays, les aspects d'acceptabilité sont ainsi principalement liés :

- au rapport envers les technologies et à leur niveau de contrôle sur le comportement des conducteurs ;
- aux caractéristiques techniques et aux fonctionnalités des systèmes ;
- aux perceptions de plaisir de conduite ou de sécurité par les conducteurs ;
- à l'importance des gains potentiels (et réels) dans le cas d'expérimentation avec incitatif.

Même si des tendances générales se dégagent à propos de l'acceptabilité des SAIV par les conducteurs, il est important de souligner que leur évaluation est délicate puisque les expérimentations ne sont pas comparables en tout point. Outre la culture et les représentations sociales en termes de choix de vitesse qui varient d'un pays à l'autre, et les caractéristiques spécifiques des systèmes, les conditions de réalisation des tests ont un impact sur les résultats : la durée de l'expérimentation, le nombre de participants ainsi que leurs profils et la séquence des phases de tests (périodes de référence avant l'activation des systèmes, période de tests des systèmes, et période de collecte de données après la désactivation des systèmes). De plus, comme il a été démontré pour les SAIV destinés aux motos pour l'expérimentation *ISA-UK* ([Carsten et al., 2008](#)) et dans le projet *LAVIA* ([Lassarre et al., 2011](#)), l'acceptabilité avant essai (a priori) doit être distinguée de l'acceptabilité après essai.

Les simulateurs quant à eux, sont de bons outils pour compléter une étude sur le terrain, car ils permettent de réaliser des mesures très précises dans des conditions parfaitement similaires entre les participants. Les évaluations d'acceptabilité sont donc plus faciles à réaliser, car elles donnent la possibilité de comparer différents types de systèmes tout en plaçant les participants dans des situations contrôlées ([Compte et al., 1998](#) ; [Young et al., 2009](#)), et de cibler des aspects précis qui vont être intégrés dans le scénario de simulation : les situations de dépassement de véhicule ([Carsten et al., 2008](#)) et le comportement lors d'événements critiques.

3.2.4 La gouvernance des projets et le déploiement potentiel des SAIV

Les expérimentations de SAIV ont été suffisamment nombreuses, diversifiées et leurs résultats concluants ([Lai et al., 2011](#)). Cependant, en termes de gouvernance, un aspect important pour les SAIV est l'organisation de la mise à jour de la base de données des limites de vitesse. Le développement du projet *SpeedAlert* en Europe, lancé en 2001, et qui visait à favoriser le développement d'applications basées sur l'aide au respect des limites de vitesse, a été confronté au problème de mise à jour des bases de données, et des recommandations ont été formulées afin de palier à cette difficulté ([OCDE, 2006](#)). Des initiatives ont donc été lancées en Europe visant à favoriser la mise à jour régulière de la base de données par les organismes publics ainsi que leur mise à disposition auprès des fournisseurs d'information, à une échelle nationale, comme le projet BALI en France, ou internationale comme le projet ROSATTE en Europe ([Ehrlich, 2013](#)). Celui-ci a été relayé en 2010 par le projet eMaPS destiné à maintenir la fiabilité des informations géo-spatiales pour des applications en transport ([ETSC, 2013](#))

Certains types de SAIV sont déjà disponibles sur le marché sous la forme de fonctionnalités intégrées dans les systèmes de navigation ou en tant qu'applications mobiles pour téléphone intelligent. De la même façon que pour les systèmes d'aide à la navigation, les constructeurs commencent à proposer des fonctionnalités d'avertissement des limites de vitesse, basées sur la lecture des panneaux de signalisation, technologie qu'il serait nécessaire d'évaluer pour certaines conditions météo par exemple, mais qui semble offrir une bonne alternative au problème de mise à jour des bases de données.

En Suède, une loi a été votée en 2009 dans le but d'accélérer l'intégration des dispositifs d'amélioration de la sécurité routière pour les flottes de véhicules gouvernementaux, de véhicules de location ou de véhicules destinés à un usage professionnel (DaCoTa, 2012). Grâce à ce cadre législatif, environ 2000 SAIV étaient installés en 2013 ([ETSC, 2013](#)).

De plus, il existe en Suède, tout comme en Australie, des fournisseurs d'équipement de SAIV informatifs ou actifs. Des SAIV informatifs sont également disponibles par le biais de fonctionnalités sur des dispositifs de navigation GPS, encore sous la forme d'applications mobiles pour téléphone intelligent, ou intégré dans les systèmes d'information au conducteur à l'intérieur de quelques modèles de véhicules.

Le déploiement des SAIV nécessite ensuite une initiative concertée en particulier pour mettre en place des mesures législatives et élaborer les normes nécessaires ([Van Der Pas et al., 2012](#) ; [ETSC, 2006](#) ; [Carsten et al., 2004](#)). La question se pose également pour prioriser les étapes de déploiement en fonction des types de conducteurs à cibler ou des sections du réseau routier pour lesquelles l'efficacité et la rentabilité seraient maximisées.

Les technologies d'assistance à la conduite sont de plus en plus présentes dans les véhicules. Certaines d'entre elles sont inter-reliées : le contrôle de stabilité électronique, lorsqu'il est sollicité, désactive le régulateur de vitesse pour empêcher une accélération dans une situation de début de perte de contrôle

(Anonyme, 2015). Du point de vue technologique, le régulateur de vitesse intelligent, qui tient compte de la distance inter-véhiculaire, pourrait évoluer facilement vers un SAIV actif en intégrant la limite de vitesse dans le choix de la vitesse du véhicule. La combinaison des différentes technologies d'assistance à la conduite dans un même véhicule permet d'ores et déjà de le rendre autonome dans certaines circonstances : système de suivi automatique de la voie, suivi de distance inter-véhiculaire, régulateur de vitesse intelligent, système de détection de collision, système de stationnement autonome. Le perfectionnement de ces technologies nous conduit progressivement vers des véhicules complètement autonomes.

3.2.5 La performance des SAIV

Comparées aux expérimentations réalisées dans des simulateurs, les expérimentations en situations réelles ont pour avantage d'étudier l'impact des SAIV sur le comportement des conducteurs avec la multitude des facteurs qui influencent la conduite dans la vraie vie. Cependant, seules les expérimentations effectuées sur de longues périodes (plusieurs mois) sont en mesure de tenir compte de l'effet d'adaptation progressive des conducteurs vis-à-vis du système. Le participant peut en effet modifier son comportement naturel parce qu'il sait que des données sont enregistrées, ou parce qu'il va apprendre à intégrer l'utilisation du système dans son style de conduite.

Aussi, dans la mesure où il est nécessaire d'avoir un point de départ afin de faire des comparaisons, une stratégie commune à l'ensemble des expérimentations a été mise en place pour :

- Évaluer dans un premier temps le comportement des conducteurs en l'absence de fonctionnement du SAIV (période de référence) pour établir leur profil;
- Étudier les modifications de comportement de conduite des participants pendant l'utilisation du SAIV selon les critères ciblés par l'expérimentation;
- Déterminer la durée de maintien de l'éventuel changement de comportement une fois que le SAIV a été désactivé.

Dans le cadre des expérimentations de SAIV, cette démarche a souvent mis en valeur le fait que les SAIV sont bel et bien des systèmes d'aide à la conduite et non d'éducation du conducteur sur le long terme. Celui-ci retrouve systématiquement ses anciennes habitudes lorsque le SAIV n'est plus activé ([Young et al., 2013](#) ; [Ghadiri et al., 2012](#) ; [Klarborg et al., 2011](#) ; [New South Wales Centre for Road Safety, 2010](#)). Après l'utilisation de SAIV actif, le conducteur a même tendance à augmenter sa vitesse. Le conducteur prend l'habitude d'être averti dès qu'il se trouve dans une situation d'excès de vitesse ce qui lui permet de pratiquer une vitesse juste en dessous de la limite. Lorsque le système est désactivé, surtout pour des systèmes avec retour haptique sur la pédale d'accélération (vibration ou point dur), le conducteur a tendance à commettre plus d'excès de vitesse par inadvertance ([Carsten et al., 2008](#)).

Les nombreuses expérimentations de SAIV ont mis en relief divers constats pour assurer l'atteinte des objectifs ciblés en début de projet. Les aspects les plus importants à gérer pour optimiser la pertinence des résultats sont :

- La constitution d'un échantillon de participants suffisamment représentatif, en taille et en hétérogénéité en termes de profils de conducteurs. Cette précaution permet d'aboutir à des indicateurs significatifs lorsque les données de comportement de conduite sont analysées ([Lahrmann et al., 2011](#)) ;
- La mise en place d'une procédure destinée à identifier le conducteur au cas où le véhicule est partagé entre plusieurs conducteurs (flotte de véhicules ou véhicule familial), toujours dans l'optique de disposer de données correctement filtrées pour l'analyse des comportements ([Stigson et al., 2013](#)) ;
- Une précision suffisante de la localisation des véhicules afin d'éviter le rejet important de données qui n'ont pas pu être associées avec certitude aux bonnes limites de vitesse ([Young et al., 2013](#)) ;
- La mise en place d'une procédure de surveillance de la collecte de données dans le but d'assurer une continuité et d'éviter la perte de données suite à une défaillance technique ([Stigson et al., 2013](#) ; [Vlassenroot et al., 2007](#)) ;
- Une méthodologie fiable pour déterminer les conditions de circulation libre, situations pour lesquelles le conducteur choisit réellement la vitesse à laquelle il circule. Le filtrage des données est ainsi efficace et permet d'exclure des données qui risquent de produire un biais dans les analyses de choix de vitesse des participants ([Regan et al., 2006](#)).

Grâce aux études réalisées sur de plus longues périodes, il a été remarqué que l'effet des SAIV sur la réduction de la vitesse a tendance à s'amenuiser avec le temps ([Warner et al., 2008](#)). C'est la raison pour laquelle plusieurs expérimentations de SAIV à partir de 2006 ont considéré l'influence des incitatifs pour maintenir l'intérêt du conducteur ([Young et al., 2013](#) ; [Stigson et al., 2013](#) ; [Lahrmann et al., 2011](#) ; [Agerholm et al., 2008](#)). Les conducteurs professionnels, dont le comportement a été évalué dans trois expérimentations au Danemark, ont réduit leur vitesse de façon beaucoup plus prononcée avec des incitatifs par rapport à un groupe de contrôle qui n'était pas motivé par des incitatifs. Les résultats ont été significatifs dans les zones urbaines limitées à 50 km/h, là où ils avaient tendance à faire davantage d'excès de vitesse ([Agerholm et al., 2008](#)).

Les SAIV favorisent l'augmentation de l'attention des conducteurs, car ils sont portés à regarder moins souvent leur compteur pour vérifier leur vitesse ([Ghadiri et al., 2012](#) ; [Vlassenroot et al., 2007](#)). En prenant en considération les profils de conducteurs, il a été noté que les SAIV sont davantage efficaces pour les personnes de plus de 50 ans, les femmes et les personnes ayant vécu des épisodes de rage au volant par le passé ([Young et al., 2013](#)). Pour les conducteurs qui avaient enfreint à plusieurs reprises les limites de vitesse et avaient eu des sanctions dans le passé, les SAIV ont été efficaces quel que soit leur degré de récidive, selon les mêmes auteurs.

La plupart des expérimentations ont mesuré le changement de comportement des conducteurs à l'aide d'indicateurs statistiques dont le plus commun était la variation de la vitesse moyenne. Le

Tableau 8 regroupe les résultats d'expérimentations de SAIV entre 1999 et 2012, en spécifiant la réduction de vitesse moyenne. Un chiffre négatif signifie que la vitesse moyenne a augmenté malgré l'utilisation du SAIV. Les données du tableau montrent que la réduction de la vitesse moyenne est très variable selon les pays, les limites de vitesse, selon le type de conducteur ou selon le type de SAIV. Ces disparités dépendent de plusieurs critères propres à chaque pays ce qui ne permet pas de tirer des conclusions, ou de généraliser sur l'efficacité des SAIV. De plus, la plupart des expérimentations ont obtenu des résultats différents selon les limites de vitesse. Aussi, deux expérimentations distinctes, l'une au Japon en 2012 et l'autre en Australie en 2008, ont montré que le type de voies de circulation et leur largeur influençaient les résultats pour une même limite de vitesse (Ando et al., 2014; Young et al., 2009). La performance d'un SAIV est également dépendante du type de conducteur : plus le conducteur a un profil de type contrevenant, plus le SAIV a de chance d'être efficace. Cependant certains types de conducteurs, comme les jeunes conducteurs ou les conducteurs professionnels auront tendance à ignorer les alertes du SAIV ou à le désactiver dans certaines circonstances ([Carsten et al., 2008](#)).

Plusieurs expérimentations de SAIV se sont basées sur la variation de la vitesse moyenne pour établir la réduction de la probabilité d'accident mortel et d'accident avec blessure, en utilisant le modèle de puissance de Nilsson (1981) amélioré par [Elvik \(2009\)](#) et [Cameron et al. \(2010\)](#). Les résultats montrent des écarts importants d'une étude à une autre qui dépendent des critères spécifiques de chacune des expérimentations et des niveaux de limites de vitesse considérées : de 3 % à 36 % de réduction du nombre d'accidents avec blessure et de 4 % à 59 % de réduction du nombre d'accidents mortels ([Carsten, 2002](#) ; [Regan et al., 2006](#)). L'amplitude de la réduction du nombre d'accidents est également très influencée par le type de SAIV : les SAIV non débrayables sont ceux qui permettent de réduire de façon plus prononcée la vitesse moyenne, et donc le nombre d'accidents selon le modèle de puissance. Carsten évalue les résultats en fonction d'un critère supplémentaire, le type de limite de vitesse : fixe, variable ou dynamique ([Carsten, 2002](#)). La réduction de vitesse grâce à un SAIV aurait un impact : elle serait plus importante pour des limites de vitesse dynamiques que pour des limites variables, qui elle-même serait plus importante que pour des limites de vitesse fixes. Le SAIV joue dans ce contexte le rôle d'un système d'assistance qui évite au conducteur de faire des excès de vitesse non intentionnels. Les expérimentations à grande échelle effectuées en Suède en 1999 prédisaient un bénéfice important des SAIV dans le contexte du développement des limites de vitesse dynamiques ([Biding et al., 2002](#)).

Une très récente expérimentation effectuée par le Toyota Transportation Research Institute sur un simulateur de conduite a mis en valeur l'efficacité des SAIV informatifs avec message vocal (Ando et al., 2015). Il est également montré que l'impact des SAIV varie en fonction du type de conducteur : dans le

cadre de cette étude, le comportement des 31 participants a été caractérisé selon leur agressivité, leur dépendance à la circulation environnante, leur plaisir de conduire, leur tendance à être distrait, leur degré d'acceptation de l'infraction et leur acceptation du danger. Il a été retenu que les SAIV informatif avec message vocal sont particulièrement efficaces pour aider les conducteurs agressifs et ceux qui sont distraits à mieux comprendre les limitations de vitesse.

Un autre aspect de l'utilisation des SAIV est la réduction de l'empreinte environnementale des véhicules automobiles, en particulier pour la réduction de la pollution atmosphérique. L'optimisation de la consommation de carburant des véhicules dépend de l'harmonisation des pratiques de conduite, mais également de la vitesse moyenne à laquelle ils circulent ([Jägerbrand, 2014](#)). Selon une étude suédoise, réduire de 10 km/h les limites de vitesse supérieures à 70 km/h, en partant du principe que les limites de vitesse seraient respectées, diminuerait la consommation de carburant de 3 %, et les émissions de CO₂ dans l'atmosphère de 3 à 4 %. Une récente évaluation réalisée par la Commission européenne estime que les réductions d'émission de polluants les plus significatives sont obtenues avec une baisse de la vitesse des véhicules poids lourds à 80-90 km/h et à 100 km/h pour les véhicules utilitaires légers (Commission européenne, 2013).

Tableau 8 : Réduction (en km/h) de la vitesse moyenne suite à l'utilisation de SAIV

Pays	Année	Type de SAIV	Type de conducteur	Limites de vitesse (km/h)										
				30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Japon	2012	Informatif auditif	Plus âgés	-0,07 / 3,59 *	-0,2	Non disponible (ND)								
			Plus jeunes	3,45 / 4,55 *	6,41	ND								
		Informatif visuel	Plus âgés	0,88 / 2,02 *	-0,6	ND								
			Plus jeunes	3,54 / 5,91 *	6,63	ND								
Royaume-Unis	2011	Informatif visuel et auditif	Particuliers et conducteurs professionnels	0,2	ND	0,6	1,6	ND	1,4	ND	0,6	4	ND	
Suède	2011	Informatif visuel	Tous	1,84	-0,4	1,5	1,15	1	1,27	0,9	1	0,7	-0,2	ND
Malaisie	2010	Informatif visuel et auditif	Tous	ND		3,6	3,38		ND			3,3	ND	
Australie	2010	Informatif visuel et auditif	Conducteurs avec points de démerite	0,59								ND	ND	
Australie	2010	Informatif visuel et auditif	ND	ND	0,82	ND					3,2	ND		
Australie	2008	Informatif visuel et auditif	Expérimenté	ND	0,8	1,3	1,6 / 2,3 / 3,4 **	0,7	-1,2 / 1,9 ***	ND				
			Non expérimenté	ND	1,1	0,8	1,3 / -0,2 / 0,5 **	-0,2	0 / 2 ***	ND				
		Actif	Expérimenté	ND	0,4	0,5	0,2 / 1,7 / 1 **	0,6	-0,9 / 0,3 ***	ND				
			Non expérimenté	ND	-0,2	0,4	1,4 / -0,4 / 0,6 **	-1,3	0,5 / 1,4 ***	ND				
Danemark	2007	Informatif visuel et auditif	Conducteurs professionnels	ND		2,6	ND	3,2	5,4	ND	6,1	ND	-0,8	
Royaume-Unis	2003	Informatif	Moto	-2,05								ND		
		Actif		-1,2								ND		
Belgique	2002	Actif	Tous	0	ND	-0,7	ND	0	ND	1,1	ND			
Finlande	2000	Informatif visuel et auditif	Tous	3,2								ND	ND	
		Actif		3,4								ND	ND	
Pays-Bas	1999	Actif	Tous	5	ND									

*chaussée étroite / chaussée large - **artère / rue résidentielle / route rurale - ***artère / route rurale

4 LES ENJEUX JURIDIQUES ET ÉTHIQUES

Les SAIV et les EDV s'inscrivent dans une logique d'intégration des infrastructures de transport et de l'information générée par les véhicules dotés de capacités de collecte et de traitement d'information. Les principaux enjeux et risques qui doivent être considérés sont ceux qui sont relatifs à l'information traitée par ces systèmes.

Les SAIV et les EDV constituent des environnements de traitement d'information, échangeant de l'information avec d'autres acteurs (utilisateurs, autorités, fournisseurs de services et de données, etc.) par l'intermédiaire des réseaux de télécommunications. Les réseaux sont des environnements interconnectés et organisés dans lesquels l'information circule d'un pôle à l'autre, de façon multidirectionnelle.

La disponibilité et le partage de données en temps réel ou différé sur les comportements et les conditions des véhicules procure d'importants avantages : ils peuvent améliorer la sécurité de même que la qualité et la célérité des actions destinées à garantir l'usage adéquat des infrastructures.

Ces systèmes donnent lieu à la constitution de gisements d'information et ils supposent la circulation accrue d'informations. Mais les différentes informations enregistrées et échangées dans de tels réseaux peuvent engendrer des risques au niveau de la collecte et de l'échange à distance de données pour les différents acteurs impliqués. De plus, ces environnements contribuent à redéfinir plusieurs des conditions de la relation entre les personnes qui sont concernées par l'utilisation d'un véhicule, les autorités et des entreprises proposant des services associés aux véhicules.

Afin de situer l'ampleur et la nature des enjeux et risques éthiques et juridiques, il importe d'analyser les traits caractéristiques de ces systèmes en tant que producteurs d'informations et de réseaux transmettant ces informations. Il faut également identifier les caractéristiques de ces environnements, les gisements et mouvements d'information qu'ils supposent, ce qu'ils facilitent, ce qu'ils autorisent et ce qu'ils empêchent de faire.

En traitant des SAIV et EDV à partir de leur cycle de fonctionnement, il est possible de reconnaître, caractériser et situer les uns par rapport aux autres les situations et les événements générateurs d'enjeux et de risques et ainsi de faire apparaître les principaux enjeux que pose leur fonctionnement au regard des droits des personnes et plus généralement de l'application des lois.

Ces repères permettent de situer les droits et obligations relatives au fonctionnement des environnements de SAIV et EDV, et à l'égard des informations qui sont créées et utilisées dans des environnements technologiques. L'utilisation des SAIV et des EDV est susceptible d'affecter la teneur et la portée des droits et des obligations des différents acteurs. Ce survol des enjeux et risques juridiques et éthiques vise à procurer les matériaux afin d'apprécier le type de contraintes auxquelles devront faire face les entreprises

et organismes publics désirant jouer un rôle actif dans l'implantation des SAIV et des EDV au Québec.

Il faut noter qu'il n'existe pas à notre connaissance de législation spécifique concernant les SAIV ou EDV.

4.1 La sécurité des systèmes

Plus les systèmes embarqués de traitement de l'information ont de l'influence sur le fonctionnement et les déplacements d'un véhicule, plus l'impératif de sécurité s'intensifie. Les risques de piratage et de détournement d'informations sont inhérents à la plupart des systèmes d'information.

Un auteur relève que le cryptage des données transmises pourrait permettre de minimiser les craintes. Olivier Dessibourg (2014), citant Peter Highton écrit que :

- Dès qu'il y a des données à décrypter (...) 99 % des pirates abandonnent. Car la démarche prend du temps, ce qui n'est pas pratique si l'on veut pirater une voiture qui se déplace, et exige beaucoup de puissance informatique. Or, les superordinateurs capables de telles tâches ne sont pas à la disposition de particuliers, tout au plus des agences gouvernementales;
- Bien qu'ils apparaissent marginaux, les risques de piratage des systèmes informatiques demeurent toujours possibles. Il s'agit donc d'un risque inhérent associé aux systèmes de SAIV ou d'EDV.

4.2 Les participants à un système de SAIV ou d'EDV

Les enjeux et risques découlant de la collecte et du traitement d'informations générés par les SAIV et les EDV varient selon les situations des différents acteurs. Selon les situations spécifiques dans lesquelles ils se trouvent, leurs droits peuvent se trouver plus ou moins affectés. Les autorités chargées de l'application des lois peuvent, en certaines circonstances, accéder aux données produites par les différentes composantes des systèmes. Les entreprises responsables des infrastructures de transmission et d'hébergement des informations sont aussi concernées par les enjeux et risques des SAIV et des EDV. Les environnements de SAIV et d'EDV sont des espaces de réseaux; ils comportent des espaces de gouvernance au sein desquels s'explicitent et se diffusent les normativités et les conséquences de celles-ci.

Lorsqu'un véhicule est doté de dispositifs collectant et conservant de l'information, d'importants enjeux tiennent à la détermination du statut de celle-ci. Est-ce de l'information relative à une personne identifiable ou est-ce de l'information associée au véhicule?

Lorsque le véhicule ainsi doté de capacités de collecte et de traitement d'informations se trouve raccordé à un réseau, cela engendre des enjeux supplémentaires. Les SAIV et les EDV s'inscrivent dans la perspective d'un monde de « connexion totale » : les ordinateurs, les appareils portables, les objets dotés d'une étiquette RFID, les capteurs, les nano matériaux, les objets installés dans les véhicules peuvent être connectés au réseau.

Les distinctions que l'on tenait autrefois pour bien établies entre l'espace du travail et de l'activité professionnelle et l'espace privé semblent se dissoudre. Cela invite à revoir comment s'appliquent et se protègent les droits et les obligations. On peut en effet se demander si la notion même de ce qui est constitutif de la vie privée ne va pas connaître des mutations.

Les informations personnelles qui circulent en raison de la connexion des objets peuvent être utilisées de plusieurs façons. Par exemple, les autorités gouvernementales pourraient vouloir accéder aux données enregistrées, par exemple dans les véhicules connectés. Il est donc essentiel d'identifier les conditions auxquelles il sera permis de doter les objets utilisés par les personnes de capacités de collecte et de transmission d'informations.

Les personnes et entreprises en relation avec le véhicule constituent un groupe d'acteurs ayant vocation à organiser, programmer, accéder et utiliser les informations générées par les systèmes. Les propriétaires et usagers des véhicules produisent forcément des informations du seul fait de leur utilisation du véhicule. Les décisions qu'ils prennent de même que les conséquences qui en découlent sont parmi les principales informations qui sont collectées, conservées et traitées par les systèmes.

Les enjeux pourront varier selon que les usagers sont propriétaires du véhicule, conducteur ou seulement passager. Pour les conducteurs, les enjeux sont relatifs à la possibilité de compiler leurs déplacements et les divers événements qui surviennent alors qu'ils sont aux commandes du véhicule. Jusqu'où est-il raisonnable de collecter des informations permettant de générer des profils complets et possiblement intrusifs des faits et gestes associés à la conduite d'un véhicule. Dans la mesure où les systèmes permettent d'identifier les passagers, ils posent des enjeux semblables à leur égard. Pour les propriétaires des véhicules, les enjeux et risques diffèrent selon qu'ils sont des particuliers ou des entreprises. Les particuliers ont un intérêt manifeste à connaître et à exercer une certaine maîtrise à l'égard des données générées par l'usage de leur véhicule. Pour les entreprises, les données générées par le véhicule qui leur appartient peuvent susciter des enjeux quant aux conditions de travail de leurs employés. Les loueurs de véhicules ont certes un intérêt aux informations générées par l'usage du véhicule. Mais se pose alors la question de savoir comment départager les informations auxquelles elles peuvent avoir accès de celles qui sont raisonnablement relatives aux allées et venues et comportements des clients.

Même si la littérature n'y fait pas systématiquement mention, l'ensemble des expérimentations de SAIV prévoient des dispositions de confidentialité sur les données collectées dans le cadre des projets. Les participants donnent leur accord en signant un document dans lequel il est précisé le type de données collectées et les raisons de sa collecte (Lai et al. 2014). Cette façon de procéder est commune à toutes les expérimentations scientifiques dans le cadre des tests de technologies sur les véhicules en situation réelle : l'organisme *European Large-Scale Field Operational Tests on In-Vehicle Systems* recommande de prêter une attention particulière dans la méthodologie des travaux de recherche sur les données à collecter qui ont un caractère confidentiel (2012).

4.2.1 La qualification des informations

En tant qu'objets connectés (ou connectables), les SAIV et surtout les EDV génèrent des données pouvant être utilisées et partagées. Cela peut engendrer des enjeux et risques pour les droits des personnes. Les personnes qui sont en maîtrise d'un véhicule tout comme d'autres peuvent être affectées.

A priori l'information collectée concerne essentiellement un véhicule. Mais les informations générées par les mouvements et événements affectant un véhicule deviennent des renseignements personnels dès lors qu'ils sont associables à des personnes identifiables. Par exemple, dès lors que des dispositifs permettent de compiler l'identité des personnes qui sont en situation de contrôle d'un véhicule, il faut envisager les enjeux relatifs aux lois régissant les renseignements personnels.

La loi pose certaines exigences lorsqu'il s'agit de cueillette, utilisation et communication de renseignements personnels. Dans les différents pays, y compris au Canada au niveau fédéral ou provincial, les lois donnent une définition relativement large à la notion de **renseignement personnel**. Quoique rédigées différemment, les définitions que donnent ces lois sont très semblables et peuvent se résumer ainsi : «des renseignements, concernant une personne physique, identifiable»².

De cette définition, on comprend que la notion est volontairement large et englobante. Il faut donc prévoir l'application du cadre législatif en matière de protection des renseignements personnels à partir du moment où des données sur l'utilisateur sont collectées. En ce sens, si le système est associé à un nom, une plaque ou un dossier client, les renseignements de géolocalisation qu'il collectera pourront recevoir un encadrement législatif pour quelque fin que ce soit. À l'inverse, si le système est limité dans le type de donnée qu'il collecte et ne recueille que des renseignements pour déterminer, par exemple, les limites de vitesse, sans les associer à un individu, alors il pourrait ne pas recevoir la **qualification** de renseignement personnel.

Alors que le traitement de l'information personnelle est encadré de conditions, le traitement des informations qui ne sont pas relatives à des personnes identifiables est assujéti à des conditions moins strictes.

La définition de «renseignements personnels» énoncée dans la *Loi sur l'accès* implique que :

- Dans un document, les renseignements personnels sont ceux qui concernent une personne physique et permettent de l'identifier;
- Un renseignement personnel qui a un caractère public en vertu de la loi n'est pas soumis aux règles de protection des renseignements personnels;

² Voir *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 54, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2015-01-22.

- Le nom d'une personne physique n'est pas un renseignement personnel, sauf lorsqu'il est mentionné avec un autre renseignement la concernant ou lorsque sa seule mention révélerait un renseignement personnel concernant cette personne.

Les renseignements ne permettant pas d'identifier un individu sont a priori moins générateurs de risques. Par exemple, la collecte de renseignements sur l'état du véhicule, son fonctionnement, ou encore, sur les évènements subis par le véhicule ne semble pas mener à l'identification d'un individu. Dans la mesure où les dispositifs ne sont pas associés à des composantes qui seraient à même de conduire à l'identification d'un individu en particulier, on demeure dans le domaine des données relatives à l'objet. Par contre, si les renseignements collectés sont suffisamment précis pour obtenir un profil, ou si la technologie est conçue de façon à ce qu'ils soient reliés à un dossier attribuable à un individu, ces renseignements pourraient être considérés comme des renseignements personnels.

4.2.2 L'identification des véhicules et des personnes

Dans le fonctionnement des EDV, il est généralement nécessaire d'identifier le véhicule ou les personnes impliquées dans une action. À titre d'exemple, le commerce électronique répandu dans de nombreux pays a permis de constater que l'identification est un processus qui n'est pas uniforme : le besoin d'identifier et de s'identifier est plus ou moins considérable selon les contextes³ (Ford, 1998). Certaines situations présentent des enjeux plus importants que d'autres. Certains types d'évènements par exemple qui mettent en cause le comportement d'une personne comportent des enjeux et risques élevés tandis que d'autres portent peu à conséquence.

Dès lors que les systèmes sont utilisés afin de traiter des informations relatives à une personne, la question de la certitude quant à l'identité de celle-ci va se poser. L'identification peut être nécessaire lorsqu'on voudra utiliser les SAIV et surtout les EDV pour établir des faits relatifs à une personne.

Mais indépendamment de ces circonstances, l'obligation d'identifier peut découler d'un devoir imposé par une loi ou découler du devoir général de prudence et de diligence. Il y a des situations dans lesquelles l'identification d'une personne est nécessaire. Par exemple, il est nécessaire d'identifier une personne :

- lorsqu'il s'agit d'établir qu'une personne déterminée était en contrôle du véhicule;
- lorsque la transaction ne peut être conclue que par une personne déterminée;
- lorsque l'activité surveillée vise des personnes spécifiques;

³ *The Journal of Information, Law and Technology (JILT)*., disponible au : <http://www.law.warwick.ac.uk/jilt/98-3/ford.html> >.

- lorsque l'activité implique la transmission d'informations à caractère confidentiel.

L'obligation d'identifier un véhicule en particulier prévaut pour les situations où l'on traite des informations associées à un véhicule en particulier et que l'on entend utiliser ces informations en relation avec un véhicule spécifique. Par contraste, l'identification ne pose pas d'enjeux si les usages envisagés visent à recueillir des informations globales sur les tendances découlant du fonctionnement d'un ensemble de véhicules. Les enjeux de l'identification varient alors selon que cela concerne un véhicule ou une personne.

Dans le cadre du développement des EDV en assurance télématique, des approches particulières ont été envisagées afin de répondre aux exigences légales en vigueur. Aux États-Unis, IBM a proposé dès 2002 une approche afin de garantir la confidentialité des informations collectées sur les véhicules assurés (Duri et al., 2002). Celle-ci ne se base pas uniquement sur un traitement des données collectées à un niveau particulier, mais prévoit une procédure de protection à chaque étape au cours du cheminement de la donnée : pour chaque matériel et chaque logiciel impliqué.

4.2.3 La protection des renseignements personnels dans le cadre de l'assurance télématique

Les dispositions légales à considérer pour un EDV sont différentes de celles d'un SAIV. Car d'un point de vue fonctionnel, un EDV collecte et stocke les informations liées au déplacement du véhicule tandis que le SAIV est un système d'assistance à la conduite qui ne traite l'information qu'en temps réel, sans enregistrer les données. En réalité, les SAIV utilisés pour les expérimentations qui conservent les données à des fins d'analyse sont une combinaison d'un SAIV et d'un EDV.

Un contrat est signé au moment de l'adhésion et l'assuré consent donc à l'utilisation des données personnelles selon les pratiques des compagnies d'assurance. Depuis l'apparition des programmes d'assurance télématique au Québec en 2012, plusieurs types de contrats encadrent la protection des renseignements personnels des assurés pour lesquels plusieurs éléments sont communs :

- une clause de consentement demande à l'assuré de reconnaître qu'il est le propriétaire du véhicule ou a le consentement du propriétaire et qu'il s'engage à informer tout conducteur potentiel de la présence d'un dispositif de collecte de données ;
- un avertissement précise que les données collectées ne sont pas divulguées à des tiers (à l'exception du fournisseur de services pour la collecte et le traitement des données) à moins que la loi l'oblige ;
- une distinction est faite entre les données collectées pour le calcul du rabais et les autres données collectées qui peuvent être utilisées par la compagnie d'assurance à des fins statistiques ;

- un passage précise que les données collectées ne peuvent servir en aucun cas à résilier le contrat d'assurance, à refuser de le renouveler ou à augmenter la prime d'assurance.

Pour trois programmes d'assurance télématique (Ajusto option dispositif, automérite et Ma conduite), la résiliation d'un contrat se traduit par le retour du dispositif à la compagnie d'assurances. En revanche, pour Mobiliz, le dispositif reste installé dans le véhicule et est désactivé à la demande de l'assuré. Pour le programme Ajusto option téléphone intelligent, il est important que l'assuré prenne soin de désinstaller l'application de son téléphone, car sinon les données continuent d'être collectées.

Le programme Ajusto option téléphone intelligent collecte toutes les données de déplacements même en dehors du véhicule. Les conditions du contrat précisent que toute donnée identifiée comme un trajet effectué à pied ou inférieur à 1 km est systématiquement utilisée à des fins de calibration du système, mais effacée dans un second temps par le fournisseur de services. Ce programme est différent des autres en termes de protection de renseignement personnel (localisation), car ce n'est pas le véhicule qui est localisé, mais le téléphone porté par son propriétaire.

4.3 Le cycle de traitement de l'information dans les SAIV et EDV

Les enjeux et risques peuvent être décrits en fonction des principaux événements du cycle de traitement de l'information dans les SAIV et EDV. Les risques doivent donc être appréciés à la lumière des caractéristiques que présentent les différentes composantes de ces environnements, en fonction des droits et obligations des participants. Ces droits et obligations peuvent être identifiés en fonction des phases du cycle de vie des informations traitées.

La notion de cycle de vie procure une heuristique – elle aide à reconnaître les situations, à les rechercher et à les situer les unes par rapport aux autres – afin d'aider à identifier les enjeux et les risques des SAIV et des EDV. La notion de cycle de vie procure des repères afin de situer les droits et obligations de ceux qui sont concernés par ces environnements.

4.3.1 La collecte d'information

Les SAIV et surtout les EDV possèdent évidemment une importante capacité de collecter et de générer des informations. Sur le plan de la collecte d'informations, les enjeux et risques diffèrent selon la qualification de l'information recueillie.

S'il y a collecte de renseignements personnels, il y a obligation de décrire les fins visées par l'installation du système de même que les diverses fonctions des appareils installés et d'explicitier les différents types de renseignements qui sont collectés et traités. Par exemple, les lois canadiennes exigent un lien direct et démontrable entre les informations collectées et les finalités poursuivies par les systèmes (Jacobson, 2007 ; ODCE, 2013). Ces finalités doivent être connues et spécifiées au moment où le consentement est donné (Commission européenne, 2010 ; Scassa et al., 2011). Pour être valide, ce consentement devra être

préalable à la collecte et pourra être sujet à certaines modalités de forme, choix, et moment (Scassa et al., 2011).

Enfin, une qualification rigoureuse des informations collectées peut être nécessaire comme au Québec puisque les lois imposent une obligation de sécurité à ceux qui détiennent les informations d'un sujet⁴. Cette responsabilité d'assurer la sécurité de l'information s'applique tout au long du cycle de vie de l'information. L'intensité de l'obligation de sécurité s'accroît avec la sensibilité de l'information. Plus un renseignement est considéré comme sensible, plus les mesures de sécurité devront être élevées pour atteindre le seuil de raisonabilité⁵.

La nécessité de la collecte, compte tenu des finalités

En général, pour collecter licitement des renseignements personnels, il faut être en mesure de démontrer la nécessité de la collecte compte tenu de l'activité visée. Les renseignements personnels ne peuvent être détenus ou utilisés que pour les fins pour lesquels ils ont été recueillis. Si de nouvelles finalités apparaissent, il faut s'assurer d'obtenir le consentement approprié de l'intéressé avant de faire usage des renseignements personnels. La communication de renseignements personnels à des tiers est interdite sauf avec le consentement de la personne concernée ou dans certaines circonstances prévues par la loi ou lorsque cela est nécessaire à l'application d'une loi.

L'utilisateur qui se fait demander des renseignements personnels dont on n'a pas démontré la nécessité, compte tenu du bien ou du service concerné, doit s'interroger si les risques qu'il prend à l'égard de la protection des renseignements personnels ne sont pas trop élevés. Celui qui procède ou fait procéder au traitement des renseignements personnels assume la responsabilité qui en découle. Il lui incombe de prendre toutes les mesures requises afin que les principes relatifs à la protection des renseignements personnels aient plein effet.

Au Québec, un organisme public ne peut collecter que des renseignements ayant un lien direct avec les programmes et services qu'il a pour mandat de mettre en place⁶. À l'inverse de cette permission conditionnelle, des provinces

⁴ *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, RLRQ c C-1.1, art. 6, en ligne : <http://canlii.ca/t/q5zn> (consulté le 10 janvier 2015).

⁵ *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, RLRQ c C-1.1, art. 25 et 26, en ligne : <http://canlii.ca/t/q5zn> (consulté le 10 juin 2014).; *Loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, RLRQ c P-39.1, art. 10 en ligne : <http://canlii.ca/t/pp6c> (consulté le 10 janvier 2015).

⁶ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 64, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22. ; *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 4, <<http://canlii.ca/t/694rg>> consulté le 2014-11-22.; *Freedom of Information and Protection of Privacy Act*, RSBC 1996, c 165, art. 26, <<http://canlii.ca/t/520xm>> consulté le 2014-11-22.

peuvent, comme l'Alberta, interdire la collecte de renseignements personnels, sauf dans les situations prévues par la loi⁷. La quantité de renseignements est limitée à ce qui est nécessaire pour exécuter le service. La collecte de renseignements doit être effectuée auprès du sujet même. Au Canada, la collecte auprès d'un tiers n'est permise que dans certaines circonstances (consentement)⁸ et il faut informer la personne des finalités de la collecte⁹. De plus, il arrive que la loi détermine la personne ayant le droit de collecter certains types de renseignements, par exemple, qu'un agent de la paix ou d'un autre fonctionnaire public ou une entreprise privée peut valablement accéder à un renseignement qui est relatif à une personne identifiable, comme c'est le cas en Alberta¹⁰.

La limitation en matière de collecte suppose de mettre en place des processus décisionnels qui feront usage du minimum d'informations personnelles nécessaires afin d'assurer les prestations ou la prise de décision dans un environnement en réseau. Dans un tel environnement, la nécessité de la collecte doit s'envisager au regard de l'ensemble des prestations qui sont concernées par les informations. Une fois l'information collectée, la nécessité de sa conservation s'apprécie en référence à un ensemble de processus de décisions susceptibles d'être réalisées en ayant recours à une donnée personnelle. Par conséquent, le principe de retenue en matière de collecte et le principe de spécification des finalités se recourent.

Le caractère confidentiel des renseignements personnels

Les lois sur la protection des renseignements personnels consacrent le caractère confidentiel des renseignements personnels. On y trouve un ensemble de mesures visant à encadrer le traitement, c'est-à-dire la collecte, l'utilisation, la conservation et la communication de renseignements personnels. Les limites au droit de collecter et de traiter des informations personnelles peuvent être synthétisées dans un ensemble de principes de gestion.

⁷ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 64 al.2, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2013-11-22; *Freedom of Information and Protection of Privacy Act*, RSA 2000, c F-25, art. 33 <<http://canlii.ca/t/52213>> consulté le 2014-11-22.; *Health Information Act*, RSA 2000, c H-5, art. 21, <<http://canlii.ca/t/5221r>> consulté le 2014-11-22.

⁸ *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 5, <<http://canlii.ca/t/694rq>> consulté le 2013-11-22; *Freedom of Information and Protection of Privacy Act*, RSA 2000, c F-25, art. 34 <<http://canlii.ca/t/52213>> consulté le 2013-11-22; *Freedom of Information and Protection of Privacy Act*, RSBC 1996, c 165, art. 26, <<http://canlii.ca/t/520xm>> consulté le 2014-11-22.

⁹ *Freedom of Information and Protection of Privacy Act*, RSA 2000, c F-25, art. 34 (2), <<http://canlii.ca/t/52213>> consulté le 2014-11-22.

¹⁰ *Health Information Act*, RSA 2000, c H-5, art. 21, <<http://canlii.ca/t/5221r>> consulté le 2014-11-22.

L'information collectée pour une finalité définie ne peut être utilisée que pour cette finalité

Cela signifie que les organismes publics doivent l'utiliser à des fins spécifiques, compatibles avec leur mandat. Les forces de police sont quant à elles tenues à une obligation stricte de secret. Or, le partage d'une information avec un autre organisme ou avec les forces de police implique forcément des enjeux quant au respect de la finalité pour laquelle l'information a été collectée et conservée. En raison de l'obligation de respecter le principe de finalité, le partage d'information entre ministères et organismes publics ne va généralement pas de soi.

D'une part, les lois régissant les organismes publics tiennent ceux-ci responsables des documents qui sont en leur possession. En amont, la problématique du partage des informations entre les organismes découle forcément de leurs obligations découlant des lois qui les constituent et les habilitent. D'autre part, les organismes doivent, a posteriori, rendre compte au public de la collecte et de l'utilisation des informations conformes aux fins expressément autorisées.

Les perceptions quant aux obligations de rendre compte de même que les considérations relatives aux perceptions des organismes auprès du public peuvent influencer sur la volonté des organismes de coopérer dans l'échange d'informations surtout si ces échanges semblent aller toujours dans le même sens. Par exemple, une compagnie d'assurance automobile pourrait avoir des réticences à devenir un pourvoyeur d'informations sur les faits et gestes des assurés. Le public pourrait être amené à tenir pour acquis que l'assureur est devenu aussi un dénonciateur potentiel auprès des autorités policières.

Lorsque, dans le cadre de l'application des lois, un organisme public partage une information relative à une personne :

- ce partage doit, en principe, être compatible avec la finalité pour laquelle le renseignement a été collecté;
- ce partage doit être autorisé implicitement ou explicitement par la Loi.

On peut distinguer les processus de partage selon deux grandes familles de situations : la première lorsque le renseignement est partagé dans le cadre de l'exercice d'une fonction relative au mandat administratif d'un organisme, et la seconde dans laquelle un renseignement change en quelque sorte de statut juridique, car il devient un élément d'une démarche en vue d'établir la responsabilité pénale d'une personne.

Tant que la responsabilité pénale n'est pas en cause, le partage d'information doit nécessairement être autorisé et même s'il est autorisé, il sera conditionnel à la compatibilité avec les finalités pour lesquelles le renseignement a été obtenu.

Dès lors que la recherche de la responsabilité pénale d'une personne constitue l'état d'esprit dominant de ceux qui participent au partage d'informations, il faut en outre tenir compte des garanties applicables au processus pénal.

Une telle distinction est utile afin de bien cerner le type de conditions et de garanties qui doit être envisagé à l'égard de ces mutations du statut et des finalités des renseignements détenus par une administration gouvernementale.

Des enjeux découlent des possibles mutations des finalités visées par les collectes et les traitements d'information au sein des SAIV et des EDV. Il peut s'agir de mutations de la part de l'entité qui est en contrôle des informations ou encore de mutations du fait de l'application de règles qui engendrent des utilisations secondaires des informations.

Dans la plupart des cas, les tribunaux peuvent ordonner la saisie ou ordonner de produire des renseignements ou des documents devant un tribunal. Cela conduit à apprécier la nécessité à l'égard de l'ensemble des situations concernées par un environnement d'informations. Il faut toujours considérer la nécessité au plan de la légitimité de la cueillette et de la détention d'informations, comme cela est exigé par les principes des lois sur la protection des renseignements personnels.

Mais il faut également assurer que seules les informations pertinentes et autorisées sont utilisées dans le cadre d'un processus décisionnel donné. Cela appelle une démarche dans laquelle sont dissociées, d'une part, la question de la nécessité de la détention de l'information et, d'autre part, l'appréciation spécifique de la nécessité d'y accéder pour une décision ou prestation déterminée.

Le principe de finalité est lié au maintien de la qualité de l'information (OCDE, 2002). Il pose que l'on ne peut recueillir et utiliser les renseignements personnels que pour des fins compatibles avec celles de la collecte initiale. Dans un environnement en réseau comme celui des SAIV et des EDV, la question des finalités se pose en tenant compte que les informations peuvent être là disponibles, déjà recueillies : ce n'est plus au regard de la détention que s'applique l'exigence du respect de la finalité, mais plutôt au regard de l'accès et de l'utilisation du renseignement. Le principe du contrôle au niveau du droit d'accès vient assurer le respect des finalités.

Pour l'entreprise ou l'organisme public habilité, l'accès à un renseignement n'est licite que pour une finalité autorisée et lorsqu'il s'agit d'accomplir une activité s'inscrivant dans le cadre de la finalité pour laquelle l'information est conservée. Les finalités doivent être envisagées dans le cadre de l'ensemble des services qui ont vocation à être associés aux SAIV et EDV. Le respect de la finalité suppose que les personnes concernées aient effectivement connaissance des familles de finalités auxquelles serviront les informations.

4.3.2 La création d'information nouvelle

Selon le type d'environnement auxquels peuvent être raccordés les systèmes, ceux-ci peuvent générer des informations par couplage ou recoupement. De telles activités peuvent résulter en la production de renseignements rattachables à une personne identifiable. Il peut alors s'agir d'information nouvelle qui n'existait pas comme telle, mais qui a pu être générée par le fonctionnement des systèmes ou de l'une de ses composantes. Dans la mesure où ces

informations sont rattachables à une personne identifiable, les lois sur la protection des renseignements personnels peuvent entrer en jeu.

4.3.3 La conservation des informations

À l'égard des informations compilées se pose la question de l'existence et de l'étendue de l'obligation de conserver. Car une fois les renseignements collectés, ils doivent être conservés. Il faut noter que la question concerne surtout les EDV puisque les SAIV ne nécessitent ni l'enregistrement de données, ni l'identification du conducteur du véhicule, bien que cela puisse être le cas, par exemple si le SAIV est une fonctionnalité d'un système plus complet.

Pour les **organismes publics**, il existe une obligation de conservation pour une période déterminée¹¹. Par exemple au Québec, on exige qu'« [u]n organisme public doit établir et maintenir à jour un inventaire de ses fichiers de renseignements personnels »¹². L'objectif principal de cette conservation est pour permettre au citoyen d'exercer son droit d'accès. La loi peut également prévoir l'obligation de prendre des moyens raisonnables pour assurer la protection de la sécurité des renseignements¹³. Enfin, on considère important que l'organisme s'assure de l'exactitude des renseignements¹⁴.

Les **entreprises privées** sont également tenues à des obligations de conservation, notamment lorsque le renseignement fait l'objet d'une demande d'accès par une personne qui y a droit. Au Canada, les entreprises doivent conserver le renseignement suffisamment longtemps pour que l'individu puisse épuiser ses recours possibles¹⁵, et en Alberta, celles-ci doivent le faire plus précisément dans le but de prêter assistance à l'individu et lui répondre dans un

¹¹ *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art.6, <<http://canlii.ca/t/694rq>> consulté le 2014-11-22.; *Loi sur l'accès à l'information et la protection de la vie privée*, CPLM c F175, art. 40, <<http://canlii.ca/t/68w15>> consulté le 2014-11-22.; *Loi sur l'accès à l'information et la protection de la vie privée*, LRO 1990, c F.31, art. 40, <<http://canlii.ca/t/q40f>> consulté le 2014-11-22.

¹² *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art.76, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.

¹³ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art.63.1, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.; *Freedom of Information and Protection of Privacy Act*, RSA 2000, c F-25, art. 38, <<http://canlii.ca/t/52213>> consulté le 2014-11-22.

¹⁴ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art.72, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.; *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 6(2), <<http://canlii.ca/t/694rq>> consulté le 2014-11-22.

¹⁵ *Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques*, LC 2000, c 5, art. 8(8), <<http://canlii.ca/t/prdw>> consulté le 2014-11-22.

délagi raisonnable¹⁶. Dans la juridiction canadienne, il est également possible de prévoir par loi des exigences comme la période de conservation pour des documents électroniques¹⁷. De la même façon que pour les organismes publics, on retrouve au Québec des dispositions quant à la prise de mesures de sécurité propre à la protection des renseignements personnels, à l'exactitude et la mise à jour des renseignements collectés¹⁸. Pour l'Alberta par exemple, il y a aussi des exigences de notification en cas d'accès non autorisé aux renseignements personnels¹⁹.

La durée et les conditions de conservation des informations comportent également des enjeux. Lorsque les informations sont conservées dans des répertoires localisés dans les dispositifs embarqués, le niveau de risque varie en fonction de la possibilité de partage dans d'autres environnements. La connectivité devient un facteur important de risque à cet égard.

Il y a distinction à faire entre un STI collectant des informations et les enregistrant sur un support intégré à la voiture et un STI qui communique et conserve ces renseignements chez un tiers. On constate que les enjeux de sécurité et les enjeux juridiques peuvent varier selon qu'il s'agit d'un véhicule seul ou d'un véhicule qui interagit avec une infrastructure.

Dès lors qu'une personne est tenue de conserver un document, elle a le devoir d'en assurer l'intégrité et l'accessibilité pour ceux qui ont le droit d'y avoir accès. Elle doit voir à la disponibilité du matériel permettant de le rendre accessible et de l'utiliser aux fins auxquelles il est destiné (art. 19). Par exemple, elle doit disposer du logiciel ou du matériel nécessaire pour que l'on puisse prendre connaissance du document.

Au regard de la protection des renseignements personnels, l'entité conservant des informations a des obligations quant aux délais de conservation minimaux et maximaux. Certaines conditions additionnelles s'appliquent selon la nature de l'entité conservant ces informations. En effet, la loi canadienne prescrit certains délais pour les organismes publics alors qu'elle ne mentionne que l'évaluation de période minimale pour le secteur privé (Scassa et al., 2011). Notons également que cette même loi impose parfois la tenue d'un registre des demandes d'accès (Scassa et al., 2011).

Ces seuils de conservation ont pour objectif d'assurer le principe d'accès à l'information pour les sujets de l'information. En conservant les renseignements

¹⁶ *Personal Information Protection Act*, SA 2003, c P-6.5, art. 24 et ss., <<http://canlii.ca/t/522mh>> consulté le 2014-11-22.

¹⁷ *Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques*, LC 2000, c 5, art. 37, <<http://canlii.ca/t/prdw>> consulté le 2013-11-22.

¹⁸ *Loi sur la Protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, LRQ, c P-39.1, art. 10 et ss., <<http://canlii.ca/t/pp6c>> consulté le 2014-11-22.

¹⁹ *Personal Information Protection Act*, SA 2003, c P-6.5, art. 34.1, <<http://canlii.ca/t/522mh>> consulté le 2014-11-22.

personnels pendant un délai raisonnable, les sujets ont alors l'opportunité de prendre connaissance de leur dossier, de son contenu et de l'information à partir de laquelle les décisions ont été prises. Les obligations de conservation sont intimement liées au droit d'accès, du principe d'exactitude et de qualité de l'information qu'ont les sujets. À titre d'exemple, au Québec, la loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé prévoit une extension de l'obligation de conservation pour autant qu'il soit nécessaire, en cas de demande d'accès ou de recours judiciaires ou administratifs pour accéder à l'information²⁰ (Scassa et al., 2011).

Or, dans le cas d'informations collectées dans le cadre de l'utilisation des SAIV ou des EDV, il pourra être nécessaire de clarifier les conditions dans lesquelles elles pourront être conservées. Cela a des enjeux au plan de l'application des lois pénales. L'avènement de ce type de dispositifs peut engendrer un changement dans les perceptions relatives aux renseignements personnels qui pourront se retrouver dans le dossier d'une personne associée à un véhicule.

Enfin, il existe des obligations en fin de période de conservation. Il faut alors procéder à la destruction des renseignements conservés. La pratique de détruire les renseignements conservés après qu'ils ont accompli leur fonction permet de limiter les risques d'accès non autorisés aux renseignements personnels. Ainsi, la loi exige la mise sur pied de politiques de destruction des renseignements personnels qui ne sont plus utilisés.

Plus globalement, le seul fait de conserver des informations emporte l'obligation éventuelle de venir en témoigner ou même de les produire devant un tribunal, un organisme administratif, un arbitre, etc.

Les décisions de conserver au-delà des délais imposés par les lois doivent résulter d'une analyse des risques que l'organisme détenteur est prêt à encourir à cet égard. Il faut également évaluer la volonté et la capacité de l'organisation concernée de gérer les différentes demandes relatives aux informations conservées.

4.3.4 Les obligations lorsqu'un document technologique est confié à un tiers

Il y a des principes à respecter lorsqu'un tiers détient des renseignements contenus dans des documents technologiques pour le compte d'un autre. La personne qui confie le document à un prestataire de services pour en assurer la garde a l'obligation d'informer ce dernier de la protection que requiert le document, et ce, lors de la remise du document. Il lui faut donner des informations adéquates sur les mesures de protection de la confidentialité que le document nécessite. Il faut pareillement indiquer quelles sont les personnes habilitées à en prendre connaissance²¹ (Trudel, 2012). De son côté, le

²⁰ *Loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, RLRQ c P-39.1, art. 13 et 14 en ligne : <http://canlii.ca/t/pp6c>.

²¹ *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, art 26.

prestataire de services doit faire en sorte que les moyens technologiques convenus d'un commun accord avec la personne qui lui a confié le document soient mis en place durant toute la période pendant laquelle il en a la garde. Ainsi, il est tenu, durant la période où il en a la garde, de voir à ce que les moyens technologiques soient mis en place pour :

- en assurer la sécurité,
- en préserver l'intégrité et,
- le cas échéant, en protéger la confidentialité et en interdire l'accès à toute personne qui n'est pas habilitée à en prendre connaissance.

Au surplus, le prestataire a l'obligation de respecter toute autre obligation prévue dans une loi relativement à la conservation d'un document. Ces exigences impliquent de préciser les mesures relatives à la conservation sécuritaire des renseignements personnels. Les prestataires sont en principe tenus aux mêmes obligations que les organismes détenteurs d'un document technologique. Il revient cependant à la personne qui confie le document d'indiquer les exigences auxquelles est soumis le document.

La Commission des services financiers en Ontario a émis des directives à l'intention des compagnies d'assurance ayant recours à la télématique c'est-à-dire à l'utilisation d'EDV (2013). Celles-ci sont encouragées à signer un contrat avec leurs fournisseurs de technologie, d'hébergement des données et de traitement des données qui stipule la reconnaissance de compétence en matière de traitement d'information, le niveau de protection minimal garanti pour la protection des renseignements personnels en considérant la législation en vigueur, ainsi que les considérations relatives à la modification ou à la résiliation de l'entente assureur-fournisseur.

Dans plusieurs modèles d'infonuagique, le prestataire de services n'assume aucun rôle au regard de l'accès et des traitements des documents. C'est l'entité qui choisit d'y placer des documents qui demeure investie de toutes les prérogatives au regard de ces documents (Gautrais et al., 2010).

4.3.5 La consultation : qui peut accéder aux informations

La détermination des droits d'accès est un enjeu majeur dans les systèmes d'information en réseaux. Dans les environnements interconnectés, l'enjeu n'est pas tant de savoir qui détient ou est « propriétaire » d'un document, mais plutôt qui a le droit d'y avoir accès.

Lorsqu'une personne a accès à un document, celui-ci doit être consultable directement ou en faisant appel aux technologies de l'information. Un document peut être examiné par l'accès à une copie du document, à un document résultant d'un transfert ou à une copie de ce dernier. Toutefois, il doit exister un équilibre réaliste entre le choix d'une personne quant au support ou la technologie permettant l'accès au document et la possibilité — ou la capacité — de répondre à ce choix. La personne responsable de l'accès à un document technologique doit prendre des mesures de sécurité propres à assurer la confidentialité des renseignements.

À l'égard des enjeux et risques relatifs à la consultation des documents comportant des renseignements compilés par les SAIV et les EDV, il faut en effet bien préciser qui peut consulter et quoi et comment. Il est possible de concevoir l'accès à l'information exercé par le propriétaire du véhicule, par le conducteur du véhicule, par un assureur ou un tiers dans un procès civil ou encore par les représentants de l'État lors d'investigations administratives, d'enquêtes et d'accidents. Ces nombreux scénarios présentent tous des enjeux légaux que l'on doit cerner adéquatement.

Dans le scénario le plus simple, il est possible qu'un propriétaire du véhicule exerce un droit d'accès à l'information collectée et conservée par son véhicule. Dans cette situation, l'individu exige à l'entité contrôlant ses informations de lui fournir ces dernières. Les lois canadiennes et québécoises couvrent les modalités qui accompagnent le droit d'accès²². De plus, la loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information aborde certains aspects de l'accès aux documents électroniques²³. On note, par exemple, des obligations liées à la disponibilité, à la consultation et au support technologique²⁴.

Par contre, des questions se posent lorsqu'un dispositif est intégré à un véhicule de location. Le sujet de l'information possède des droits d'accès à ses renseignements personnels, mais est-ce que le propriétaire du véhicule a également un droit d'accès, ou n'est-il plus question de consentement à la communication de renseignements personnels²⁵ ?

Enfin, l'accès et l'utilisation de renseignements générés par les différents dispositifs de collecte et de conservation d'information dans les procès peuvent soulever plusieurs enjeux. On peut notamment penser au partage de renseignements générés par les systèmes chez les assureurs dans un cas de litige concernant une réclamation. Selon la situation, il se peut que l'assureur soit un cocontractant et ait préalablement obtenu le consentement du sujet pour utiliser les informations collectées à des fins de justification de réclamation. Toutefois, il se peut également que l'assureur soit dans une position de tiers au contrat. On peut alors l'assimiler à n'importe quel tiers dans le cadre d'un procès civil.

Le tiers dans un procès civil doit respecter les règles relatives à l'admissibilité de la preuve pour présenter des renseignements collectés par les SAIV. Dans

²² *Loi sur l'accès à l'information*, LRC 1985, c A-1, en ligne : <http://canlii.ca/t/698s3> (consulté le 10 juin 2014); *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, RLRQ c A-2.1, en ligne : <http://canlii.ca/t/q1hc> (consulté le 10 juin 2014).

²³ *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, RLRQ c C-1.1, en ligne : <http://canlii.ca/t/q5zn> (consulté le 10 juin 2014).

²⁴ *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, RLRQ c C-1.1, art. 19 et ss., en ligne : <http://canlii.ca/t/q5zn> (consulté le 10 juin 2014).

²⁵ *Loi sur la protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, RLRQ c P-39.1, art. 10 et ss., en ligne : <http://canlii.ca/t/pp6c> (consulté le 10 juin 2014)

un procès, les règles régissant l'admissibilité de ces données sont les mêmes que celles utilisées pour l'admissibilité de n'importe quel document électronique. Les juges étudiant l'admissibilité d'une preuve auront notamment à se baser sur plusieurs facteurs contextuels permettant d'établir si la preuve peut être reçue comme cela a été le cas dans un procès en Nouvelle-Écosse²⁶. Enfin, dans certaines juridictions comme aux États-Unis, on prévoit que l'accès aux informations contenues dans un dispositif embarqué ne peut être accordé qu'avec le consentement du sujet de l'information (Philipps et al., 2012).

Les règles régissant l'accès, de même que l'utilisation présentent des différences lorsqu'il s'agit de déterminer si des représentants de l'État peuvent accéder aux informations. Lorsqu'un représentant de l'État agit, les protections garanties par certains principes constitutionnels reçoivent application. C'est notamment le cas dans le cadre d'une enquête criminelle.

Au Canada, dans les situations pour lesquelles il existe une expectative raisonnable de vie privée garantie par la Charte canadienne des droits et libertés, la faculté des autorités publiques d'accéder à des informations portant sur les personnes est limitée à ce qui est tenu pour constituer une intrusion raisonnable dans une société démocratique²⁷. Pour évaluer cette expectative, les juges évaluent les croyances et la perception de l'individu quant à une information, mais aussi la nature des renseignements, des relations, la qualité de l'information et le contexte²⁸.

En droit canadien, les informations contenues dans les dispositifs embarqués sont certainement sujettes à être protégées contre les enquêtes abusives. Toutefois, comme tout autre droit, l'expectative de vie privée contre les fouilles et saisies abusives n'est pas absolue. Selon les circonstances, les tribunaux autoriseront l'accès, la collecte et l'utilisation par les représentants de l'État des renseignements conservés dans des dispositifs embarqués. Aux États-Unis et en Australie plus particulièrement, on prévoit des dispositions permettant aux forces de l'ordre de collecter les renseignements contenus dans les dispositifs embarqués lorsque certaines circonstances sont rencontrées (par exemple un accident de la route) (Philipps et al., 2012 ; Schneider, 2006 ; NTC Australia, 2013).

Finalement, l'accès peut également se concevoir sous l'aspect de l'obligation d'une entité de garantir l'accès à de l'information, par exemple nécessaire au fonctionnement des systèmes comme les limites de vitesse sur le réseau routier. Au Québec, la *loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information* prévoit notamment qu'une entité détenant un document sur support électronique est chargée de certaines modalités concernant l'accessibilité et la consultation²⁹.

²⁶ *Laushway v. Messervey*, 2014 NSCA 7.

²⁷ *R. c. Gomboc*, [2010] 3 R.C.S. 211.

²⁸ *R. c. Gomboc*, [2010] 3 R.C.S. 211.; *R. v. Hamilton*, 2014 ONSC 447.

²⁹ *Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information*, RLRQ c C-1.1, art. 23 et ss., en ligne : <http://canlii.ca/t/q5zn> (consulté le 10 juin 2014).

En France, on estime le gouvernement responsable d'organiser l'accessibilité aux données publiques nécessaires pour le fonctionnement des «systèmes de transport intelligents» (ministère de l'écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2011).

Qui a droit d'accès aux informations?

Lorsqu'il s'agit de renseignements personnels, la personne concernée a un droit d'accès à son dossier. Cela emporte l'obligation de permettre l'accès à ce dossier d'une manière simple et facile. Ce principe vaut autant pour l'accès à son dossier détenu par un organisme public que l'accès à un document en possession de l'utilisateur moyennant le recours à une interface comme ceux qui peuvent lire le contenu encodé de cartes à puce. Au Québec, la personne concernée doit avoir la possibilité de corriger ou d'effacer les informations erronées ou incomplètes la concernant³⁰. Elle dispose d'un droit de recours lorsque ces droits lui sont refusés³¹.

Ces renseignements, bien que collectés et conservés, demeurent sujets à être communiqués et les lois encadrent la communication des renseignements personnels. Un individu sur qui un dossier est constitué, par un organisme public, possède un droit d'accès à ce dossier et les lois prévoient les modalités entourant cette communication du dossier à l'individu³². Une particularité québécoise à ce droit d'accès est qu'un organisme public, répondant à une demande d'accès (par exemple la SAAQ), peut devoir fournir l'assistance d'un professionnel pour aider l'individu à comprendre le renseignement qui le concerne³³.

En principe, un organisme public ne doit pas communiquer des renseignements personnels sans le consentement de l'individu concerné³⁴. Toutefois, à cette règle existent plusieurs exceptions. En effet, si la communication a pour objectif d'accomplir les finalités justifiant la collecte des renseignements, on peut

³⁰ *Loi sur l'accès*, art. 89 et ss.; *Loi sur le secteur privé*, art. 28; art. 40 C.c.Q.

³¹ *Loi sur le secteur privé*, art. 42 à 53; *Loi sur l'accès*, art. 135 et ss.

³² *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 12, <<http://canlii.ca/t/694rg>> consulté le 2013-11-22.; *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 83 et ss., <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2013-11-22.

³³ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 84.1, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2013-11-22.

³⁴ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 59, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.; *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 8, <<http://canlii.ca/t/694rg>> consulté le 2014-11-22.

outrepasser le consentement³⁵. Il est également possible de communiquer dans des situations où la loi l'exige, lors d'un mandat ou d'une ordonnance, lors d'enquêtes licites, à des fins statistiques ou pour des motifs d'urgence, de sécurité et de protection de la santé³⁶. Enfin, lorsqu'une demande de communication implique la divulgation de renseignements personnels concernant un tiers, l'organisme peut refuser la communication³⁷. En ce sens, la loi ontarienne précise qu'un organisme doit refuser la communication qui créerait une atteinte injustifiée à la vie privée d'un individu. Elle va même jusqu'à définir les circonstances où il y aura une présomption d'atteinte injustifiée à la vie privée³⁸.

La loi québécoise énonce aussi une liste d'exceptions permettant à un organisme public de communiquer un renseignement personnel sans le consentement de l'individu concerné.³⁹ Dans ces situations, l'organisme aura à tenir un registre concernant ces communications et renseignements⁴⁰. On retrouve des règles quant à la communication des renseignements personnels dans la loi sur l'assurance automobile. On y précise que la SAAQ et les services de santé pourront conclure des ententes en matière de partage de renseignements personnels⁴¹. On prévoit également des pouvoirs de l'Autorité des marchés financiers (AMF) à l'effet qu'elle pourra exiger des données et

³⁵ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 65.1, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.; *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 7 et 8, <<http://canlii.ca/t/694rg>> consulté le 2014-11-22.

³⁶ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 59, 59.1, 61 et 62, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22. ; *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 8, <<http://canlii.ca/t/694rg>> consulté le 2014-11-22.

³⁷ *Loi sur la protection des renseignements personnels*, LRC 1985, c P-21, art. 26, <<http://canlii.ca/t/694rg>> consulté le 2014-11-22.

³⁸ *Loi sur l'accès à l'information et la protection de la vie privée*, LRO 1990, c F.31, art. 21, <<http://canlii.ca/t/q40f>> consulté le 2014-11-22.

³⁹ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 66 à 68.1, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.

⁴⁰ *Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels*, LRQ, c A-2.1, art. 67.3, <<http://canlii.ca/t/q1hc>> consulté le 2014-11-22.

⁴¹ *Loi sur l'assurance automobile*, LRQ, c A-25, art. 155.4, <<http://canlii.ca/t/q3q6>> consulté le 2014-11-22

renseignements personnels aux assureurs pour des fins de statistiques et de tarification⁴².

Des obligations découlent du fait que des renseignements personnels sont consignés dans des banques de données comme celles qui seront constituées pour assurer le fonctionnement des SAIV et des EDV.

Un premier ensemble d'obligations est à l'égard des personnes qui ont le droit d'accéder aux renseignements personnels qui les concernent et de demander que ces renseignements soient rectifiés s'ils sont inexacts ou si un renseignement est détenu sans justification. Il importe donc que l'organisme détenteur soit constamment en mesure de démontrer que les informations détenues sur une personne le sont pour un motif autorisé et que ces renseignements sont exacts, compte tenu des fins auxquels ils sont destinés.

Les lois sur la protection des renseignements personnels prévoient certaines situations où ils sont quand même accessibles à certaines personnes. Par exemple, au Québec, selon l'article 59 de la *Loi sur l'accès*, un organisme public peut communiquer un tel renseignement personnel sans le consentement de la personne concernée dans les cas et aux strictes conditions qui suivent:

1. au procureur de cet organisme si le renseignement est nécessaire aux fins d'une poursuite pour infraction à une loi que cet organisme est chargé d'appliquer, ou au Directeur des poursuites criminelles et pénales si le renseignement est nécessaire aux fins d'une poursuite pour infraction à une loi applicable au Québec;
2. au procureur de cet organisme, ou au Procureur général lorsqu'il agit comme procureur de cet organisme, si le renseignement est nécessaire aux fins d'une procédure judiciaire autre qu'une procédure visée dans le paragraphe 1°;
3. à un organisme qui, en vertu de la loi, est chargé de prévenir, détecter ou réprimer le crime ou les infractions aux lois, si le renseignement est nécessaire aux fins d'une poursuite pour infraction à une loi applicable au Québec;
4. à une personne à qui cette communication doit être faite en raison d'une situation d'urgence mettant en danger la vie, la santé ou la sécurité de la personne concernée.

Par conséquent, il faut anticiper le risque inhérent à la détention de renseignements personnels qui pourraient se révéler utiles dans l'une ou l'autre des situations visées à l'article 59 de la *Loi sur l'accès* et énumérées ci-haut.

Aussi, dès lors que les renseignements sont disponibles, il faut tenir pour acquis qu'ils pourront être considérés comme pertinents aux fins de procédures judiciaires ou dans le cadre d'enquêtes policières ou en raison d'une situation d'urgence. En plus des dispositions de l'article 59, il faut également tenir compte de la possibilité qu'une partie à une instance judiciaire tente d'obtenir par

⁴² *Loi sur l'assurance automobile*, LRQ, c A-25, art. 177 à 183.1, <<http://canlii.ca/t/q3q6>> consulté le 2014-11-22.

subpoena, des renseignements qui seraient possiblement pertinents à la solution d'un litige devant un tribunal.

Outre le fardeau administratif pouvant résulter de ces possibles requêtes, il faut considérer l'impact de cette détention de données personnelles sur le lien de confiance entre les organismes et leurs usagers. Les usagers informés des possibilités que les renseignements détenus puissent être requis à des fins d'enquêtes policières ou d'autres procédures judiciaires pourraient y voir un risque démesuré en regard des avantages découlant de la conservation dans le système de leurs renseignements personnels pour une durée trop longue.

Les règles encadrant la communication de renseignements personnels pour le secteur privé sont semblables. On retrouve dans la loi des principes comme l'interdiction de communication à des tiers, sous réserve du consentement de l'individu⁴³. Il y a également une série d'exception où l'information pourra être communiquée, malgré l'absence de consentement ou de conformité avec la finalité pour laquelle les renseignements ont été recueillis⁴⁴. Dans la loi québécoise, on oblige notamment les entreprises à confirmer et communiquer les dossiers de renseignements personnels si l'individu l'exige⁴⁵.

4.3.6 La transmission

La transmission des renseignements traités par les SAIV et les EDV doit tenir compte du caractère confidentiel de plusieurs renseignements portant sur une personne. La transmission dans les réseaux doit être organisée de manière à assurer le maintien de la confidentialité des renseignements. Il importe donc que la transmission soit effectuée par un moyen approprié.

4.4 Constats généraux quant aux enjeux et risques des SAIV et EDV

Au terme de cette revue des principaux enjeux et risques, il ressort que les SAIV et les EDV induisent des changements significatifs des conditions dans lesquelles s'effectuent désormais les déplacements sur le réseau routier. Ces changements génèrent également des gisements et des mouvements d'information. A priori, les informations sont rattachables aux véhicules. Mais on ne peut écarter que les renseignements soient à un certain point rattachables à des personnes. C'est pourquoi le droit de la protection des renseignements personnels est le premier à être considéré lorsqu'on aborde les enjeux et risques de tels systèmes.

⁴³ *Loi sur la Protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, LRQ, c P-39.1, art. 13, <<http://canlii.ca/t/pp6c>> consulté le 2014-11-22.

⁴⁴ *Loi sur la Protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, LRQ, c P-39.1, art. 18 et ss., <<http://canlii.ca/t/pp6c>> consulté le 2014-11-22.

⁴⁵ *Loi sur la Protection des renseignements personnels dans le secteur privé*, LRQ, c P-39.1, art. 27 à 41, <<http://canlii.ca/t/pp6c>> consulté le 2014-11-22. ; *Code civil du Québec*, LRQ, c C-1991, art. 37 à 40, <<http://canlii.ca/t/694dn>> consulté le 2014-11-22.

En plus des exigences de protection des renseignements personnels et les défis que posent le développement de tels réseaux d'échange d'information, il y a des enjeux relatifs à la transparence. Le recours à de tels dispositifs suppose que les différents acteurs aient une idée très claire de ce que font ces dispositifs, l'information qu'ils collectent, qu'ils traitent et qu'ils conservent. Les utilisations des informations collectées et générées par ces systèmes doivent être divulguées et connues des usagers. Lorsque le recours aux SAIV et aux EDV est proposé sur une base volontaire à l'automobiliste, ces informations doivent lui être communiquées afin de garantir que la personne consent en toute connaissance aux conditions. Une étude menée en Suède, en Norvège et au Danemark a montré que le manque de connaissance sur le traitement des informations collectées par les SAIV et les enregistreurs d'événement occasionnait un biais sur leur acceptabilité (Ericsson et al., 2011). Lorsqu'ils ne sont pas suffisamment informés, les utilisateurs ne ressentent pas de menace sur la protection de leurs renseignements personnels. La transparence apparaît donc comme une condition de la confiance.

Aux États-Unis, certains acteurs, comme le *Government Accountability Office* (GAO), attirent l'attention des responsables politiques sur la nécessité d'informer les clients potentiels de services télématiques en matière de protection des renseignements personnels (GAO, 2013), parce qu'il peut être difficile de bien connaître le processus du traitement des données, et que les acteurs impliqués risquent de ne pas mesurer adéquatement le niveau de risque.

Les usages primaires et secondaires auxquelles sont destinées les informations collectées et conservées dans ces environnements constituent une seconde série d'enjeux. Les utilisations décidées de concert entre les protagonistes doivent être adéquatement balisées. L'utilisateur doit en principe avoir accès aux informations qui le concernent ou encore qu'il produit du fait de l'utilisation de son véhicule. Lorsque le recours aux SAIV et aux EDV est imposé par la Loi, il faut s'assurer que les restrictions qui en découlent pour le respect des droits fondamentaux reposent sur des justifications suffisantes et raisonnables.

Enfin, les enjeux et risques évoqués ici demeurent généraux. Ils doivent être validés de façon plus spécifique lorsqu'on envisage l'implantation d'un système en particulier.

5 LE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES EMBARQUÉES LIÉES À LA VITESSE AU QUÉBEC

Les catégories de technologies embarquées de mesure et contrôle de la vitesse identifiées existent pour la plupart au Québec, dans la plupart des véhicules particuliers et commerciaux de série pour les technologies les plus anciennes (comme le régulateur de vitesse) ou seulement dans des véhicules plus haut de gamme pour les systèmes d'assistance à la conduite les plus avancés. Cette partie va se concentrer sur les dispositifs suivants en utilisation ou disponibles au Québec : les EDV et SAIV, ainsi que le cas particulier des limiteurs de vitesse obligatoires pour les camions au Québec et en Ontario et l'évolution des véhicules vers l'autonomisation.

5.1 L'utilisation des enregistreurs de vitesse au Québec

5.1.1 L'utilisation des EDV dans le cadre de la télémétrie véhiculaire

La télémétrie véhiculaire se distingue de la télématique puisqu'elle fait référence à une mesure plus précise, à une plus grande fréquence, et généralement pour un plus grand nombre de paramètres (De Larochelière, 2015). Alors que la télématique consiste à caractériser globalement le déplacement d'un véhicule avec une collecte de données généralement rapportée à la minute, la télémétrie véhiculaire vise à fournir un rapport exhaustif d'un ensemble de paramètres ou de mesures provenant de divers capteurs installés sur le véhicule, à une fréquence qui peut atteindre cinquante enregistrements à la seconde. La précision de la donnée est également une considération importante en télémétrie véhiculaire, régie par les principes de la métrologie. La télématique en revanche consiste à récupérer plusieurs données, dont la qualité de la mesure est très variable : la localisation puis, par calcul, la vitesse du véhicule ainsi que l'accélération.

La télémétrie véhiculaire s'est développée au Québec dans plusieurs domaines d'activité et tout d'abord pour le transport de marchandises. Les entreprises de transport sont ainsi en mesure d'obtenir des données exhaustives sur l'utilisation de leurs camions pour les aider à optimiser la gestion de l'entretien de la flotte de véhicule. Le but est également d'améliorer le comportement des conducteurs en s'assurant de la conformité des pratiques de l'entreprise en termes de style de conduite et de sécurité routière. Le recours à ce type de technologie complète les outils de logistique des entreprises et leur permet de réaliser une gestion de leurs actifs en temps réel. Il s'agit dans ce cadre d'un moyen technologique qui procure une vision plus précise des différents critères de déplacements de la flotte de véhicule et qui donne l'opportunité aux entreprises de transport d'optimiser les coûts d'exploitation de leurs ressources, ainsi qu'une gestion « juste à temps » de leur marchandise.

La télémétrie véhiculaire est également utilisée au Québec, dans une moindre mesure, pour l'optimisation des opérations de déneigement. Les organisations qui l'utilisent sont des exploitants de réseau routier, comme le ministère des Transports du Québec (MTQ) ou les municipalités, pour la gestion de leur

réseau en régie. Certains entrepreneurs sont également équipés de cette technologie pour optimiser leurs opérations ou parce qu'ils en ont l'obligation dans le cadre de l'entretien d'une section de réseau routier confié à contrat par un organisme public. Les données collectées visent d'une part à gérer de façon optimale l'entretien de la flotte de véhicule, et d'autre part à procurer des informations aux décideurs en entretien hivernal, pour valider le bon déroulement des opérations de déneigement et d'épandage de sel ou d'abrasifs. Le plan d'action 2008-2009 du MTQ en matière de gestion environnementale des sels de voirie fait mention des démarches de déploiement de cette technologie ([MTQ, 2011](#)), appelée Communication véhiculaire de données (CVD). La donnée de la vitesse est utilisée pour veiller à l'application des bonnes pratiques pour la conduite des véhicules de la flotte, mais également pour documenter les rapports d'opération de déneigement : la vitesse au moment de l'utilisation du chasse-neige et lors de l'épandage de matériaux fondants ou d'abrasifs ne doit pas dépasser 40 à 50 km/h. De plus, la télémétrie véhiculaire aide à constituer un registre des activités des camions chasse-neige, des épandeurs de sels ou d'abrasifs, ou des véhicules outils qui pourra être consulté à l'occasion de plaintes d'usagers ou au cours des enquêtes du coroner.

5.1.2 L'utilisation des EDV en assurance télématique

Le principe de l'assurance télématique repose sur la collecte à distance des données à bord du véhicule afin de renseigner les compagnies d'assurance sur la façon dont conduisent leurs assurés. Cette pratique permet entre autres de mesurer la vitesse du véhicule en continu par capteur GNSS avec le cas échéant d'autres types de capteurs (Morin et al., 2015). Cinq compagnies ont recours actuellement à un programme d'assurance télématique au Québec :

- l'Industrielle Alliance avec Mobiliz⁴⁶ depuis avril 2012 ;
- Desjardins Assurances avec Ajusto¹ depuis mai 2013 ;
- Assurance La Personnelle avec Intelauto¹ lancé en mai 2013 et appelé Ajusto depuis mars 2015 (les deux programmes sont identiques, car les deux compagnies d'assurances appartiennent au Groupe Desjardins Assurances générales) ;
- Belairdirect avec automérite¹ depuis la fin de l'année 2013 ;
- Intact Assurances avec Ma conduite¹ depuis le début de l'année 2014 (automérite et Ma conduite sont des programmes similaires, les deux compagnies d'assurance appartenant au même groupe, Intact Corporation financière).

Les conducteurs bénéficient de rabais lorsqu'ils respectent les critères qui ont été fixés dans le cadre de ces programmes et qui caractérisent leur comportement de conduite. Celui-ci est évalué grâce à des mesures effectuées par les dispositifs d'assurance télématique : le kilométrage, les accélérations forcées, le moment des déplacements. Certains programmes complètent

⁴⁶ Mobiliz, Ajusto, Intelauto, automérite et Ma conduite sont toutes des marques de commerce (MC).

l'évaluation en détectant les excès de vitesse (Mobiliz et Ajusto) et les virages brusques (Ajusto).

Les données collectées sont utilisées soit pour le calcul des rabais (ou des surprimes d'assurance), soit à des fins statistiques (

Tableau 9). Les assurances disposent ainsi d'informations plus précises, et sont en mesure d'ajuster les primes par rapport au risque réel que représente leur portefeuille d'assurance. Cette évaluation plus réaliste du risque leur donne l'opportunité d'être beaucoup plus compétitives pour des catégories de conducteurs avec des risques et des primes plus élevés, comme pour les jeunes conducteurs de moins de 25 ans.

Tableau 9 : Particularités des programmes d'assurance télématique au Québec

Nom de la compagnie d'assurance	<u>Industrielle Alliance</u>	<u>Desjardins assurances</u>		<u>Intact assurance</u>
		<u>La Personnelle</u>		<u>Belair direct</u>
Nom du programme	Mobiliz	Ajusto (option dispositif)	Ajusto (option téléphone intelligent)	AutoMérite Ma conduite
Connexion de l'appareil	<i>Permanente (uniquement sur l'alimentation dans le tableau de bord)</i>	<i>Permanente (sur le port OBDII)</i>	<i>Permanente (à partir du téléphone intelligent)</i>	<i>6 premiers mois seulement (sur le port OBDII)</i>
Fournisseur de l'appareil et du traitement de données	<u>Baseline Telematics</u>	<u>iMetrik</u>	<u>Cambridge Mobile Telematics</u>	<u>Octo Telematics (Directed)</u>
Pourcentage de rabais	<i>Jusqu'à 25 % de rabais</i>	<i>Jusqu'à 25 % de rabais</i>		<i>5 % à la souscription, jusqu'à 20 % de rabais additionnel après évaluation</i>
Application du rabais	<i>Sur la facture mensuelle</i>	<i>Sur la prime annuelle de l'année suivante</i>		<i>Dès la période de 6 mois effectuée</i>
Consultation des informations	<i>Accès à un tableau de bord sur site Internet Courriel hebdomadaire</i>	<i>Accès à un tableau de bord sur site Internet</i>	<i>Message texte quelques minutes après la fin du trajet + tableau de bord sur application mobile</i>	<i>Accès à un tableau de bord sur site Internet</i>
Critères pour le calcul du rabais	<i>Accélérations et freinages brusques (jusqu'à 10 %) et excès de vitesse (jusqu'à 15 %)</i>	<i>Kilométrage (jusqu'à 10 %), accélérations et freinages brusques (jusqu'à 10 %), heures de déplacements (5 %)</i>	<i>Kilométrage, accélérations rapides, freinages et virages brusques, heures des déplacements et excès de vitesse</i>	<i>Accélérations et freinages brusques, heures de déplacement</i>
Critères spécifiques aux heures de déplacement	<i>Aggravation des pénalités pour excès de vitesse entre minuit et 5 h du matin</i>	<i>3 niveaux de risques établis en fonction de 7 périodes dans la journée, et en dissociant les jours de semaines des jours de fin de semaine.</i>		<i>Augmentation du risque lorsque l'assuré conduit entre minuit et 4 h du matin</i>
Distance parcourue	<i>Distance mensuelle Nombre de km parcourus multiplié par un taux jusqu'à 2000 km/mois</i>	<i>Distance annuelle Rabais de 10% si < 15 000 km/an</i>	<i>Kilométrage pris en compte dans le rabais global (% non communiqué)</i>	<i>Pas de rabais ou de surprime sur le kilométrage</i>
Accélérations et freinages	<i>15 km/h et plus à la seconde</i>	<i>13 km/h et plus à la seconde (accélération) 15 km/h et plus à la seconde (freinage)</i>	<i>Accélérations et freinages pris en compte dans le rabais global (% non communiqué)</i>	<i>12 km/h/s et plus (3 degrés de sévérité pour les accélérations : faible pour 12, moyen pour 15 et élevé pour 18)</i>
Excès de vitesse	<i>Tolérance de 18 km/h Pénalité pour un excès de vitesse extrême¹</i>	<i>non</i>	<i>Excès de vitesse pris en compte dans le rabais global (% non communiqué)</i>	<i>non</i>

¹ Excès de vitesse extrême : Excès de plus de 40 km/h pour les limites de vitesse de 60 km/h et moins, excès de plus de 50 km/h pour les limites de vitesse de 70, 80 et 90 km/h, excès de plus de 60 km/h pour les limites de vitesse de 100 km/h ou plus.

La vitesse est une donnée collectée dans tous les programmes d'assurance télématique au Québec, mais son utilisation est différenciée selon les compagnies d'assurances. Toutes les compagnies collectent un ensemble de données, dont fait partie la vitesse du véhicule, pour leurs actuaires qui effectuent des statistiques. Mais parmi les cinq programmes d'assurance télématique au Québec, seuls deux programmes l'intègrent directement dans le calcul des rabais consentis aux bons conducteurs par la prise en compte des excès de vitesse : Mobiliz et Ajusto, option téléphone intelligent. Le programme Mobiliz est principalement basé sur l'incitation à ne pas commettre d'excès de vitesse. Il s'adresse exclusivement à la catégorie des jeunes conducteurs (moins de 25 ans) et leur permet d'obtenir un rabais de 15 % s'ils satisfont les critères de respect des limites de vitesse fixés par la compagnie d'assurance, en plus d'un rabais de 5 % s'ils évitent les accélérations forcées, et d'un rabais de 5 % pour les freinages brusques. En revanche, les conducteurs qui dépassent régulièrement, et de façon prononcée, les limites de vitesse peuvent faire doubler leur prime d'assurance. Car le pointage des excès de vitesse est influencé par son importance (la différence entre la vitesse enregistrée et la limite de vitesse de la route), et est majoré de 50 % s'il a lieu entre minuit et cinq heures du matin. De plus, les assurés de Mobiliz devront payer 10 \$ pour chacun des grands excès de vitesse qu'ils auraient effectués :

- excès de plus de 40 km/h pour les limites de vitesse inférieures ou égales à 60 km/h ;
- excès de plus de 50 km/h pour les limites de vitesse de 70 à 90 km/h ;
- excès de plus de 60 km/h pour les limites de vitesse de 100 km/h ou plus.

Le programme Ajusto est proposé quant à lui selon deux modes : Ajusto option dispositif et Ajusto option téléphone intelligent. Le premier nécessite le branchement d'un dispositif dans la prise OBDII du véhicule, tandis que le second requiert simplement l'installation d'une application mobile sur le téléphone intelligent du conducteur. L'option téléphone intelligent permet de tenir compte de deux critères supplémentaires : les virages brusques qui peuvent être interprétés comme des signes de distraction, et le respect des limites de vitesse. Les excès de vitesse sont comptabilisés avec les autres accélérations forcées, les virages et freinages brusques, le kilométrage ainsi que le moment des déplacements pour aboutir à un score sur 100 pour chacun des trajets parcourus par l'assuré.

L'approche des deux compagnies d'assurance qui intègrent la mesure de la vitesse dans le calcul des rabais consentis aux « bons » conducteurs est différente pour leur permettre d'être plus compétitives et par la même occasion induire des changements de comportement. Ajusto option téléphone intelligent établit un score pour chacun des trajets qui peut être consulté sur le téléphone intelligent, quelques minutes après l'arrivée à destination. L'analyse des données en temps réel effectuée par le fournisseur technologique de ce programme, Cambridge Mobile Telematics, identifie les moments où le détenteur du téléphone intelligent est en mouvement à partir d'un seuil où la vitesse est suffisante pour être associée à un déplacement en véhicule. Les

données collectées sont immédiatement filtrées et soumises à un algorithme qui établit si le conducteur est l'assuré, à partir du profil déterminé par les mesures effectuées au cours des trajets précédents. L'assuré a ainsi une rétroaction quasi instantanée de son comportement, alors qu'il garde encore en mémoire le trajet qu'il vient d'effectuer. Le rabais auquel aura droit l'assuré est calculé à partir de l'ensemble de ses comportements sur une période minimale de 160 jours, et s'appliquera à partir du renouvellement de l'assurance du véhicule pour établir le montant de la prime annuelle qui sera fixe pour les 12 prochains mois.

Mobiliz, quant à lui, dispose d'un statut d'assureur Internet qui lui permet d'avoir un mode de fonctionnement marginal par rapport aux autres programmes d'assurance télématique. En effet, l'intégralité des transactions entre l'assureur et l'assuré se fait par voie électronique : soumission, souscription, et paiements en ligne, clavardage pour le service à la clientèle et les réclamations, accès au score et gestion des documents d'assurance sur le portail Internet, suivi et rappel de facturation par courriel. La prime d'assurance est mensuelle, et non annuelle comme les autres compagnies d'assurance. Ainsi le rabais est recalculé chaque mois, et la prime d'assurance change de montant en fonction de l'utilisation du véhicule et du comportement du conducteur dans le mois. L'assuré dispose au début de chaque mois d'un rabais maximal (25 %) qui va évoluer en fonction de son comportement de conduite, majoritairement en fonction de son comportement vis-à-vis des limites de vitesse. La rétroaction avec l'assuré se fait sur une base hebdomadaire, par l'envoi d'un courriel l'informant de la valeur de son taux de rabais du moment.

5.2 Les systèmes d'aide au choix de la vitesse actuellement utilisés ou disponibles au Québec

5.2.1 Les limiteurs de vitesse pour les camions lourds

Une loi a été adoptée visant à rendre obligatoire l'utilisation des limiteurs de vitesse pour les camions lourds depuis le 1^{er} janvier 2009 au Québec, en même temps que pour la province de l'Ontario.

Cette loi stipule que les limiteurs doivent être réglés à une vitesse maximale de 105 km/h ou moins et concerne les camions construits à partir de 1995. Une étude par microsimulation de la circulation routière dirigée par Transports Canada démontre les avantages en sécurité routière d'une telle mesure même si les résultats dépendent du débit de circulation, du taux d'utilisation des limiteurs et du pourcentage de camions sur un tronçon autoroutier ([Transports Canada, 2008a](#)).

La mise au point d'une démarche de contrôle des limiteurs de vitesse au Québec a représenté certains défis, plus particulièrement en se fixant pour objectif de mettre à la disposition de Contrôle routier Québec, un seul type d'appareil pour la lecture du réglage de la limite de vitesse sur tous les camions. Pour cela le ministère a choisi de collaborer étroitement avec les développeurs du dispositif EZ-TAP, un dispositif de lecture des ordinateurs de bord. Les protocoles de communication avec le bus CAN (*controller area network*) en vigueur dans le

domaine des véhicules lourds (SAE J1708/1587 et SAE J1939) permettent au dispositif de contrôle de fonctionner pour plusieurs marques de véhicules.

L'obligation de limiter les camions lourds à 105 km/h a eu les effets positifs escomptés notamment sur la distribution des vitesses pratiquées par ce type de véhicule (Martel, 2015). Des relevés de vitesse à partir de boucles de comptage sur plusieurs années, avant et après la mise en application de la législation, montrent une meilleure adhérence aux limites de vitesse.

Les avantages liés à une limitation de la vitesse des camions lourds sont particulièrement significatifs sur le plan financier, en réduisant la consommation de carburant et, dans une plus faible proportion, en diminuant l'usure des pneumatiques. De plus, par la mise en place d'une telle loi dans les provinces du Québec et de l'Ontario, les réductions de gaz à effet de serre ont été estimées à l'équivalent de 0,41 mégatonne de CO₂ par an, ce qui représente 64 % des réductions potentielles si l'ensemble des provinces appliquait la mesure ([Transports Canada, 2007](#)). Les économies en diesel sont estimées à environ 150 millions de litres chaque année dans la même étude. Ces calculs ont été effectués en établissant un profil de la distribution des vitesses des camions dans chaque province.

Les grandes entreprises du secteur du transport de marchandises utilisent depuis longtemps des limiteurs de vitesse qui leur permettent de réaliser un bénéfice plus important en prenant en compte l'ensemble des dépenses liées à leur chiffre d'affaires. Il semblerait qu'une minorité de transporteurs, qui disposent d'une petite flotte de véhicules, n'ont pas conscience des économies à long terme ou ont tendance à privilégier les avantages à court terme, tels que la réduction des temps de livraison. Cette disparité peut générer des frustrations dans le milieu.

5.2.2 L'utilisation des SAIV au Québec

Quelques systèmes d'adaptation intelligente de la vitesse peuvent actuellement être utilisés au Québec. La firme Persen Technologies Inc., également appelée Persentech, dont le siège social se trouve à Winnipeg, Manitoba, propose depuis plusieurs années un module à 290 \$ qui procure un ensemble d'informations au conducteur dont la limite de vitesse ([Globe& Mail, 2005](#)). Une version de ce produit est maintenant disponible en application mobile, *OttoMobile*, au prix de 10 \$. L'application fonctionne en activant certaines zones de couverture qui correspondent à plusieurs grandes villes en Amérique du Nord. Seule la carte de Montréal peut être téléchargée pour le Québec ([Persentech, 2015](#)).

Certains véhicules circulant au Québec ont également un SAIV informatif intégré : une option offerte pour des modèles de BMW, dotée d'un affichage tête haute (*head-up display*). Le dispositif comporte une caméra qui est en mesure de lire les panneaux de signalisation et de reconnaître les limites de vitesse. Celles-ci sont indiquées sur le dispositif d'affichage tête haute et évitent ainsi de faire des excès de vitesse (BMW, 2015). Cette technologie est récente et il n'est pas précisé si le système fonctionne pour l'ensemble du réseau routier québécois ou pour seulement certaines routes.

Un autre dispositif vient tout juste d'être dévoilé en Europe pour un des modèles de la marque Ford ([La Presse, 2015](#)). Celui-ci permet en plus de désactiver l'accélération du véhicule lorsque la limite de vitesse du secteur est atteinte ce qui en fait le premier SAIV actif commercialisé par un constructeur automobile. Nous n'avons pas pu obtenir d'information auprès de Ford Canada si un tel modèle était disponible à terme au Québec. L'initiative du constructeur automobile marque un tournant, car les SAIV qui ont une action sur la pédale d'accélération (point dur, vibration, désactivation) ont été à notre connaissance principalement utilisés dans un cadre expérimental : en Australie en 2006, en Suède et au Royaume-Uni en 2003, en Belgique en 2002 ou encore en France en 2001 (Morin et al., 2015).

5.3 L'évolution des véhicules vers l'autonomisation

Il faut noter qu'il n'y a aucun développement particulier au Québec sur l'autonomisation des véhicules routiers, à l'exception de projets de recherche liés à la robotique, à la différence de l'Ontario qui finance des projets sur les véhicules connectés et autonomes par ses centres d'excellence depuis mars 2014 et autorise des expérimentations sur les routes de la province depuis le 1^{er} janvier 2016. Ceci dit, des véhicules haut de gamme disponibles au public québécois disposent déjà de fonctionnalités semi-autonomes, comme le maintien dans la voie couplé avec le régulateur de vitesse intelligent (par exemple l'Infiniti Q50), ou le pilote automatique des véhicules de marque Tesla depuis une mise à jour logicielle le 15 octobre 2015.

Si les véhicules en développement par la plupart des constructeurs automobiles (par exemple Volvo, General Motors, Ford, Nissan) et les nouveaux entrants (Google, Uber) ont été testés en conditions réelles sur des millions de kilomètres, sur autoroutes et dans des centres villes, un doute reste sur leurs capacités dans des conditions environnementales moins favorables comme des conditions hivernales. C'est évidemment indispensable pour leur déploiement au Québec. Ce sujet fait lui aussi l'objet de développements récents, en particulier par Ford avec une flotte de 30 véhicules en partenariat avec l'Université du Michigan (Abuelsamid, 2016). Un autre point important est la qualité des cartes nécessaires pour la navigation des VA, y compris dans des conditions hivernales, qui va bien au-delà des cartes pour des utilisateurs humains ou même pour la navigation avec GPS (Miller, 2014). Ces cartes sont construites par les VA eux-mêmes qui accumulent des données de l'environnement en trois dimensions à chaque passage. Elles doivent inclure les données de limite de vitesse qui peuvent être lues par des systèmes de reconnaissance avancés mentionnés dans la section précédente.

5.4 Les possibilités d'intégration de données de limite de vitesse au Québec

5.4.1 La géobase d'Adresses Québec

Adresses Québec (AQ) est un ensemble de données géo référencées du réseau routier québécois dont les premiers travaux de définition des besoins ont débuté en 2002. Ce regroupement de données, appelé géobase, est mis à la disposition

des différents protagonistes qui offrent des services de cartographie au Québec. La première version de la géobase a été rendue disponible auprès de plusieurs ministères et organismes en 2008, et c'est à partir de 2009 que celle-ci a commencé à être mise à jour tous les mois (Adresses Québec, 2009).

Cette géobase couvre l'intégralité du réseau routier québécois, géré par le MTQ, les municipalités et les organismes privés, et comporte une série de tables géoréférencées qui détaillent les odonymes, les adresses par point et par tranches, les codes postaux, le contexte géographique ainsi que les informations nécessaires à la gestion de parcours ([Adresses Québec, 2013](#)). Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles gère la diffusion et l'émission des droits d'auteur d'AQ, dont une partie des données est sous licence de Postes Canada. Les organismes qui participent à la production et la mise à jour des informations sont : le Directeur général des élections du Québec, le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, ainsi que le MTQ.

Le coût d'utilisation pour une licence unique est de quelques dizaines de milliers de dollars, à l'exception de l'information limitée au tracé routier AQRéseau, qui elle est gratuite ([Adresses Québec, 2015](#)). AQ regroupe en fait plusieurs produits qui sont :

- AQRéseau qui comprend des informations sur les routes et leur segmentation ;
- AQcarto qui regroupe les limites municipales, d'arrondissement de MRC et de région ;
- AQgéo qui intègre des informations additionnelles sur les routes utiles pour la gestion de parcours, les codes postaux, les régions postales ainsi que le référentiel du Directeur général des élections du Québec ;
- AQpro dont les tables sont les routes, les routes détruites, les odonymes, les noms de municipalités et d'arrondissement, les codes postaux, les régions postales ainsi que le référentiel du Directeur général des élections du Québec ;
- AQgéobâti qui contient les adresses, les adresses détruites ainsi que les liaisons entre les adresses et les codes postaux ;
- AQdirection qui comprend l'information destinée à la gestion de parcours (vitesse, interdiction de virage à droite ou à gauche), la localisation des structures, les chevauchements de route, les repères kilométriques, ainsi que les sorties d'autoroute.

L'information disponible sur les limites de vitesse est en réalité partielle dans la géobase AQ. Le guide de l'utilisateur d'AQ précise que la limite de vitesse mentionnée dans le produit AQDirection correspond à la « vitesse représentative des conditions générales de la route. Soit la vitesse inscrite sur le panneau de signalisation avec fond blanc, soit une vitesse ajustée selon la segmentation ou une vitesse extrapolée. » Il s'agit donc d'une fusion de trois types d'information qui est utile à la gestion des parcours, et plus particulièrement au calcul de temps de parcours sur un itinéraire :

- les limites de vitesse pour le réseau routier sous l'autorité du MTQ et regroupées dans un système régulièrement mis à jour (le système de Gestion des limites de vitesse - GLV) ;
- les limites de vitesse communiquées par les municipalités qui disposent d'un registre régulièrement mis à jour ;
- les valeurs de vitesse qui sont ajustées pour correspondre au découpage du réseau routier appliqué à l'ensemble des données d'AQ : lorsque deux valeurs de vitesse (ou plus) provenant du MTQ ou d'une municipalité se trouvent sur un même segment, celle qui concerne la plus grande partie du segment donne la valeur à l'ensemble du segment ;
- les valeurs de vitesse extrapolées pour des segments dont la limite de vitesse est inconnue, à partir de leur classification fonctionnelle et de leur configuration, en appliquant les consignes du guide de détermination des limites de vitesse sur le réseau routier municipal (MTQ, 2002).

Si les limites de vitesse sont bien connues pour le réseau routier sous l'autorité du MTQ, leur collecte auprès des diverses municipalités du Québec qui en ont la responsabilité sur leur territoire est plus complexe. Comme le mentionne le MTQ dans son guide destiné aux municipalités, la détermination d'une limite de vitesse fait appel au respect d'un ensemble de critères et de bonnes pratiques par exemple en termes de crédibilité de la signalisation ou d'uniformisation par rapport au réseau routier environnant (Ministère des Transports du Québec, 2015). Lorsqu'une municipalité souhaite effectuer un changement de limite de vitesse, elle doit adopter un règlement qui sera ensuite transmis au MTQ, lequel aura la possibilité de désavouer ce changement. Les municipalités n'ont cependant pas l'obligation d'avoir un registre des limites de vitesse comme le MTQ, sauf pour les limites de vitesse temporaires dans les zones de travaux routiers (Code de la sécurité routière, 2015). C'est pourquoi les données sur les limites de vitesse sur le réseau municipal sont de qualité très variable d'une municipalité à l'autre, ce qui pose un problème important puisque le réseau municipal représente pratiquement les trois quarts de la longueur totale du réseau recensé dans la géobase routière d'AQ (Tableau 10).

Tableau 10 : Répartition du réseau routier d'AQ selon l'autorité responsable

Administration (intitulé utilisé dans Adresses Québec)	Longueur des voies de circulation (km)	Proportion de la longueur totale
Municipal	107510	72,985%
Transports Québec	30872	20,958%
Privé	3840	2,607%
Nouvelle Autoroute 30 S.E.N.C.	233	0,158%
Ministère de l'énergie et des Ressources naturelles	196	0,133%
Société des traversiers du Québec	172	0,117%
Hydro-Québec	40	0,027%
Les Ponts Jacques Cartier et Champlain Incorporée	30	0,020%
Concession A25 S.E.C.	20	0,014%
Transports Canada	8	0,005%
Canadien National	5	0,003%
Agence métropolitaine de transport	4	0,003%
Longueur totale	147305	

Il est important de noter que la base de données d'AQ convient parfaitement à une utilisation à vocation de calcul d'itinéraire. Le temps de parcours peut en effet être très réaliste en se basant sur les limites de vitesse en vigueur, et pour une part plus ou moins importante sur des valeurs de vitesse ajustée ou interpolée. Dans le cadre d'une utilisation pour la détection d'excès de vitesse, seules les limites de vitesse correspondant parfaitement à l'intégralité du segment devraient être indiquées, car l'utilisateur doit être avisé du changement de limite de vitesse au moment où la position de son véhicule dépasse celle du panneau de signalisation de limite de vitesse. Pour ce faire, plusieurs opérations devraient être effectuées à partir des données brutes (fournies par le MTQ et les municipalités) qui servent à produire le fichier actuel d'AQ :

- filtrer les données actuelles qui sont uniques dans un segment d'AQ ;
- effectuer une segmentation supplémentaire des segments de routes pour lesquelles plusieurs limites de vitesse sont identifiées ;
- éliminer les valeurs de vitesse ajustées et interpolées qui risqueraient de fausser l'occurrence des excès de vitesse et/ou leur ampleur.

Ces opérations ne sont ni réalisées, ni indiquées par AQ dont la finalité est de mettre à disposition des données de base pour le repérage et le calcul d'itinéraire.

5.4.2 Le système de Gestion des limites de vitesse du ministère des Transports (GLV)

Ce système a été mis en place dans le but de conserver un inventaire des limites de vitesse et de tenir un registre des dérogations des limites de vitesse conformément à l'article 329 du Code de la sécurité routière (CSR) qui stipule que dans le cadre des modifications de limites de vitesse, « la date de la décision et le lieu approximatif d'installation [de la signalisation] doivent être inscrits dans un registre tenu par le ministre ». Le GLV ne comprend pas tous les détails concernant les limites de vitesse dans les zones de travaux routiers, pour lesquelles un registre est également exigé (article 303.1 du CSR) et qui sont déclarées dans un formulaire distinct⁴⁷. Le GLV ne comprend pas non plus d'information détaillée sur les limites de vitesse variables dynamiques. Cette information se retrouve dans une base de données distincte associée à chaque panneau de limite de vitesse.

5.4.3 Les données ouvertes

Les portails de données ouvertes se sont créés au Québec depuis quelques années seulement (le premier était celui de la ville de Montréal en 2011). La liste suivante précise les institutions publiques qui, en tant que gestionnaires de réseau routier, donnent accès à certaines de leurs données :

- Gouvernement ouvert (<http://www.donnees.gouv.qc.ca>) regroupe les ensembles de données fournies par plusieurs ministères du gouvernement du Québec. Parmi celles qui pourraient être d'intérêt pour une utilisation dans le cadre d'un projet de SAIV, on y retrouve l'inventaire détaillé des routes sous la responsabilité du MTQ (système de référence linéaire, mais sans les limites de vitesse) et la localisation des chantiers routiers avec leur description.
- Données ouvertes - Ville de Montréal (<http://donnees.ville.montreal.qc.ca/>) : la base de données qui permet de connaître les limites de vitesse fait actuellement l'objet d'un processus de réactualisation des données suite à une absence de mise à jour depuis 2010, et à un changement de responsabilité pour la gestion des rues collectrices depuis la fin de 2014. Les données de limites de vitesse ne peuvent donc pas être publiées sur le site de données ouvertes tant que l'administration publique n'aura pas effectué une épuration de ces données et simplifié les démarches de mise à jour (Anonyme, 2015).
- Données ouvertes - Ville de Québec (<http://donnees.ville.quebec.qc.ca/>) : deux types de données sont actuellement disponibles sur le site de la Ville : 23 350 sections de rue avec entre autres l'indication des limites de vitesse, et la localisation de 2831 panneaux de limite de vitesse. Ces deux données sont mises à jour quotidiennement ce qui en fait une source qui paraît très fiable, dont

⁴⁷ Formulaires disponibles sur Internet

<https://www.mtg.gouv.qc.ca/partenaireprives/entreprises-reseaux-routier/guides-formulaires/Pages/Surveillance-chantiers.aspx>

l'usage pour un SAIV serait très approprié. Un site Internet mobile appelé « Ralentissez » est d'ailleurs accessible depuis la section « Applications » du site Internet des données ouvertes de la Ville, mais ce site ne semble plus disponible. Celui-ci permettait de prévenir le conducteur en temps réel lorsque la vitesse du véhicule dépassait la limite de vitesse sur le territoire de la ville de Québec (SAIV informatif).

- Données ouvertes - Ville de Gatineau (<http://www.gatineau.ca/donneesouvertes>) : le réseau routier est mis à disposition depuis le 21 février 2014, et un des attributs est la limite de vitesse. La couche d'information géographique représente 9822 segments de rue. La donnée vient d'être mise à jour le 11 avril 2015, bien que la fiche de métadonnées précise que la fréquence de mise à jour correspond à une seule publication.
- Données ouvertes - Ville de Sherbrooke (<http://donnees.ville.sherbrooke.qc.ca/>) : le service des Affaires juridiques a émis une recommandation pour ne pas rendre publiques les limites de vitesse (Anonyme, 2015). Cette précaution s'applique même dans le cas d'une recherche qui aurait pour but d'utiliser les données dans le cadre d'un projet pilote. Les données ont cependant été transmises à AQ, le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec prenant en charge la responsabilité de la diffusion et de la gestion de la licence d'utilisation des données.

5.4.4 La mise à jour ou la validation des données de limite de vitesse

Plusieurs sources de données sont actuellement disponibles au Québec pour aider à améliorer la qualité d'une géobase sur les limites de vitesse :

- Le registre ministériel des plans du greffe commun des arpenteurs-géomètres du MTQ, appelé « géorépertoire » ou système GRP qui permet d'avoir accès à un inventaire de prises de vue de l'environnement immédiat du réseau routier, et d'être en mesure d'y lire les limites de vitesse sur les panneaux de signalisation.
- La fonctionnalité Street View de Google Maps qui permet d'avoir une vision à partir de la route pour un réseau très dense, mais dont les dates de mise à jour qui varient selon l'endroit peuvent être relativement anciennes (plusieurs années).
- Des données collectées par le public (*crowdsourcing*) par exemple sur le site de cartes ouvertes OpenStreetMap : le réseau avec des données disponibles est limité et il est difficile de valider la qualité des données.
- Les règlements adoptés par les municipalités à l'occasion des changements de limite de vitesse (MTQ, 2015), ou les informations communiquées sur les sites Internet des municipalités dont certains comportent des cartes en format PDF des limites de vitesse en vigueur ou projetées : un mécanisme pourrait être proposé pour que ces informations soient systématiquement transmises au MTQ dans un format prêt à intégrer à une base de données géoréférencées des limites de vitesse au Québec.

- Les informations tirées de la presse (articles ou communiqués) pour lesquels les annonces de changements de limites de vitesse sont faites par exemple pour les zones de 50 km/h passant à 40 ou 30 km/h.

L'utilisateur est une source d'information dans le cadre de production de données participative (*crowdsourcing*). Il est cependant nécessaire d'y associer un processus de validation aux mises à jour effectuées sur les données pour une bonne fiabilité. La communauté de l'application mobile Waze en est un exemple : les utilisateurs de l'application dont le but est d'offrir les mêmes services qu'un dispositif de navigation avec de nombreuses options, ont la possibilité de mettre à jour des données pour informer en temps réel sur le niveau de congestion par exemple, ou encore pour modifier les données qui servent à cartographier le réseau routier ([Waze, 2015](#)).

6 L'ÉVOLUTION DU COMPORTEMENT DES CONDUCTEURS ET L'AMPLEUR DES GAINS POTENTIELS

6.1 Les sondages réalisés au Québec

Plusieurs sondages auprès des conducteurs québécois vis-à-vis de la sécurité routière et la vitesse sont régulièrement réalisés : les enquêtes annuelles sur la sécurité routière et l'impact des campagnes publicitaires sur le thème de la vitesse (analysées pour la période 2001-2013 dans la section suivante) regroupent des informations sur les perceptions et les habitudes des conducteurs et permettent d'orienter les stratégies gouvernementales. Des travaux basés sur une analyse de ces informations mettent en relief l'évolution du comportement des conducteurs sur plusieurs années, tel que présenté par Brault et al. ([2003](#)).

6.1.1 Les rapports d'étude sur la perception des Québécois à l'égard de la sécurité routière

Une étude ciblée a également été réalisée par la SAAQ en constituant des groupes de discussion pour tenter de collecter davantage d'information sur les perceptions de la sécurité routière par les jeunes conducteurs (SAAQ, 2010). L'analyse des discussions a fait ressortir que les jeunes banalisent beaucoup plus les excès de vitesse que la consommation d'alcool, l'utilisation d'un téléphone cellulaire ou encore la fatigue au volant. Elle a également permis d'identifier les facteurs qui poussent les jeunes à faire des excès de vitesse : la recherche de sensations fortes, la relation avec le véhicule ou encore les différences entre les filles et les garçons.

Une étude portant sur la courtoisie au volant réalisée au Québec à partir de 1000 entretiens téléphoniques, montre que les excès de vitesse sont perçus comme des comportements agressifs causant de l'insécurité ([SAAQ, 2007](#)).

Le rapport final de la table de concertation sur la vitesse au volant organisée par la SAAQ souligne en 2004 que plusieurs incitatifs à la vitesse sont dus au progrès technologique et influencent la perception des conducteurs : la puissance des véhicules et leur confort (notamment leur insonorisation, l'élimination des vibrations) minimisent l'impression de vitesse ([SAAQ, 2004](#)). Cependant, le rapport mentionne également que les technologies, au travers des systèmes intelligents d'aide à la conduite, peuvent contribuer à l'adoption de meilleurs comportements vis-à-vis de la vitesse.

La SAAQ a fait une enquête récente en décembre 2014 auprès des Québécois au sujet de leur perception de la sécurité routière (SAAQ, 2015a), la dernière datant de décembre 2010. Tout d'abord, les accidents de la route sont perçus comme un des premiers problèmes de société à régler mais dans une moindre mesure par rapport aux années précédentes : en 2010, 27 % des personnes interrogées ressentaient qu'il s'agissait du problème le plus important à régler à court terme, alors que ce taux est passé à 19 % pour 2014, la toxicomanie étant

devenu plus important à régler à court terme que les accidents de la route. Cependant lorsque la même question est posée pour déterminer les deux problèmes les plus importants à régler, les accidents de la route sont cités par 48 % des répondants en 2014 contre 38 % en 2010.

Un autre élément mentionné dans cette récente enquête est que 41 % des personnes interrogées pensent que le nombre de victimes des accidents de la route est en hausse (52 % en 2010) particulièrement les jeunes et les personnes à faibles revenus, et 29 % pensent qu'il est en baisse (23 % en 2010), de façon plus prononcée chez les personnes ayant un revenu de 100 000 \$ et plus et les titulaires d'un diplôme universitaire.

87 % des répondants croient qu'il est nécessaire de faire des efforts additionnels pour maintenir ou réduire le nombre de victimes des accidents de la route. La vitesse apparaît comme étant le premier problème de sécurité routière à régler à court terme, et dans une large proportion par rapport aux autres réponses : 47 % en 2014, 50 % en 2010.

Enfin la répression est le moyen qui vient le plus à l'esprit des personnes interrogées pour l'amélioration de la sécurité routière : 31 % des réponses sont favorables à une plus grande présence policière (34 % en 2010), et 48 % des personnes pensent que les sanctions actuelles ne sont pas assez sévères à l'égard de la vitesse. Cette perception à l'égard du manque de sévérité des sanctions est plus forte pour l'alcool au volant (67 %), la drogue au volant (74 %), ou encore à l'égard des phénomènes récents tels que le cellulaire au volant (70 %) et les textos au volant (80 %).

6.1.2 Les sondages de perception de la vitesse par les Québécois

L'évaluation des campagnes de sensibilisation sur la vitesse au volant faite par enquête auprès des conducteurs québécois est un autre bon moyen de collecter des informations sur leurs perceptions. Les rapports d'évaluation des campagnes visent à mesurer l'impact des messages télévisés, radiophoniques, ou diffusés sur Internet et comprennent également des indications générales sur les opinions et les habitudes des conducteurs interrogés en regard à la vitesse. Cette source d'information est basée sur un échantillon d'environ 1150 répondants. Le sondage est réalisé sur Internet depuis 2013.

Les réponses données à l'occasion de ces enquêtes conduisent à plusieurs constats sur les opinions et comportements des conducteurs québécois qui restent dans leur ensemble inchangés depuis les 10 dernières années :

- La vitesse habituellement pratiquée dans les zones de 50 et de 90 km/h ;
- Les endroits les plus dangereux lorsqu'un excès de vitesse est commis ;
- La perception du risque d'accident lorsque la vitesse limite est dépassée ;
- L'évaluation du risque d'être arrêté dans une zone de 50 et de 90 km/h ;
- Le nombre de conducteurs ayant commis des infractions sur la vitesse dans les deux dernières années ;
- L'ouverture à la limitation de la vitesse maximale des véhicules au moment de leur fabrication.

Le premier constat par rapport aux limites de vitesse est que la proportion des conducteurs québécois qui ne respectent pas les limites de vitesse a augmenté à partir de 2013, date à laquelle le sondage est réalisé par Internet. Les répondants estiment qu'ils excèdent la vitesse permise à plus de 60 % dans les zones de 50 km/h et à presque 70 % dans les zones de 90 km/h, pour 2013 et 2014. Les proportions étaient respectivement de 48 % et 57 % pour la moyenne de 2001 à 2012. Le risque d'être arrêté a quant à lui toujours été perçu comme faible à plus de 80 % pour les deux limites de vitesse.

La moitié environ des répondants sont d'accord pour dire que les endroits les plus dangereux sont en ville, et ce depuis 2001. On note cependant un changement en 2014, à savoir une baisse d'environ 10 points de pourcentage de la proportion des personnes interrogées qui pensent qu'il est dangereux de rouler à 60 ou à 70 km/h au lieu de 50 km/h, et de rouler à 105 km/h au lieu de 90 km/h.

Selon les sondages des cinq dernières années ([SAAQ, 2014](#)), de 2010 à 2014, les facteurs qui incitent les conducteurs à ralentir sont d'abord la sécurité des autres (la moitié ou plus des répondants), le risque de recevoir une contravention (de 15 à 23 %), le risque pour sa propre vie (de 16 à 23 %) et l'augmentation de la consommation de carburant (de 3 à 6 %). Il est intéressant de noter un changement brusque pour 2014 par rapport aux années précédentes : la perception du risque d'avoir une contravention a augmenté de 7 à 8 points de % alors que craindre pour sa propre vie a diminué de 5 à 7 points de %. Cette observation mène à se demander s'il y a un lien possible avec l'utilisation croissante au Québec des technologies pour la répression de la vitesse. Si ce lien existe et que les conducteurs s'inquiètent plus du risque de contravention, les conducteurs pourraient alors être plus intéressés par un système d'aide au respect de la vitesse comme vient de le proposer le constructeur automobile Ford en Europe.

Cependant la proportion des conducteurs ayant reçu deux contraventions au cours des deux dernières années ne connaît pas d'évolution particulière. Elle a varié entre 14 et 20 % entre 2003 et 2014, et est parmi les plus basses pour les deux dernières années (16 %).

Un fait est remarquable en ce qui a trait à la limitation de la vitesse des véhicules à la conception : la proportion des conducteurs favorables à ce genre de mesure est en baisse depuis les deux dernières années. Alors qu'une moyenne de 64 % des répondants y était favorable de 2001 à 2011, cette proportion est de 58 % en 2013, et de 54 % en 2014. Parmi les répondants qui sont favorables à cette mesure, la majorité pense que les véhicules devraient être limités à une vitesse comprise entre 101 et 125 km/h. Aussi, depuis le sondage de 2014, en plus des tranches de vitesse comme pour les autres années, la catégorie « à la limite maximale permise sur les routes » a été ajoutée comme réponse à la question. Ainsi, 22 % des personnes qui sont favorables à la limitation des véhicules pensent que les véhicules devraient être limités aux vitesses permises indiquées sur la route.

Il est cependant difficile de déduire si les conducteurs québécois seraient favorables ou défavorables à une technologie embarquée de mesure ou de contrôle pour les aider à respecter la vitesse autorisée. Car les moyens sont nombreux et l'acceptabilité dépendrait du type de fonctionnalités utilisées et des incitatifs (positifs ou négatifs) qui pourraient accompagner cette mesure. Les modalités d'utilisation d'un SAIV par exemple modifieraient très probablement l'intérêt des conducteurs envers ce type de dispositif selon :

- la tolérance par rapport à la limite de vitesse ;
- le mode de SAIV : informatif ou actif ;
- les types d'alertes s'il est informatif : sonores, visuelles, haptiques ;
- la possibilité de l'activer ou de le désactiver

6.2 Les premiers bilans des expériences d'assurance télématique

Les programmes d'assurance télématique sont relativement récents, trop récents pour que chaque compagnie d'assurance soit en mesure de calculer des indicateurs pertinents. Pour être représentatives du portefeuille d'assurance, les statistiques compilées par les actuaires doivent s'étaler sur une période de plusieurs années. De plus, la concurrence entre les compagnies d'assurance ne favorise pas un partage d'information même avec des garanties de confidentialité. Les services d'actuariat sont d'ailleurs les seuls à posséder des statistiques qu'ils ne partagent pas avec les autres services de la compagnie auxquels appartiennent nos interlocuteurs.

Cependant, d'après les entretiens téléphoniques avec les chargés de projet des cinq compagnies d'assurances télématiques au Québec, l'acceptabilité des assurés est perçue comme bonne. Ces programmes ne sont en fait qu'une extension des produits traditionnels des cinq compagnies d'assurance québécoises qui donne la possibilité d'obtenir un rabais additionnel en échange de la collecte de données sur le comportement de conduite. L'assuré qui a pris connaissance du mode de fonctionnement de ces programmes souscrit donc volontairement à un programme dans le but de faire des économies. Ce type d'assuré a donc déjà un bon rapport avec les nouvelles technologies, n'est pas très méfiant en matière de protection des renseignements personnels et démontre une bonne tolérance à être « surveillé » par des dispositifs télématiques. Les aspects d'acceptabilité qui risquent d'apporter des frustrations ou une déception par rapport au programme sont donc essentiellement liés :

- aux aspects techniques : le bon fonctionnement et la fiabilité du dispositif de collecte de donnée;
- à la communication : la qualité de l'information et de la rétroaction par rapport à l'évaluation du comportement de conduite sur les tableaux de bord sur Internet qui affichent les scores ou dans les messages envoyés à l'assuré pour l'informer sur une base régulière (courriels hebdomadaires pour Mobiliz, notifications sur le téléphone intelligent pour Ajusto);
- à la facilité d'obtenir des rabais significatifs.

Les plaintes des assurés suite à la consultation de leur tableau de bord contribuent à l'ajustement des seuils utilisés pour comptabiliser les écarts de conduite, et pour améliorer la mise à jour des données sur les limites de vitesse. À ce sujet, seul le programme Mobiliz permet à l'assuré de visualiser sur une carte l'endroit où l'excès de vitesse a été détecté et lui donne ainsi l'opportunité de valider cette information avec la signalisation sur le terrain. Pour le programme Ajusto option téléphone intelligent, l'assuré est en mesure de voir le tronçon routier sur lequel sa vitesse n'était pas conforme, mais sans connaître la valeur de la vitesse qui a été détectée pour son véhicule, ni l'écart avec la limite de vitesse considérée. Les échanges entre les assurés et les agents de communications de Mobiliz permettent à la compagnie d'ajuster la qualité des données utilisées par l'assureur. Ceux-ci disposent d'un outil de cartographie pour usage interne qui permet facilement à leur personnel d'accéder à leur base de données de limite de vitesse issue d'Adresse Québec, et d'effectuer des validations en temps réel afin de corriger l'information lorsqu'ils ont un justificatif, en plus des mises à jour mensuelles effectuées par Adresses Québec (voir la section 5.4.1).

Il est intéressant de noter que la nature du dispositif offre des possibilités différentes en matière d'évaluation de la conduite d'un véhicule. Les dispositifs installés à l'intérieur du véhicule collectent des données indépendamment de l'identité du conducteur. Cette particularité est un inconvénient pour les études de comportement de conduite puisqu'il n'est pas toujours évident d'exclure les données qui ne se rapportent pas à la personne ciblée lorsque le véhicule est partagé avec d'autres conducteurs, même s'ils sont occasionnels. Cet aspect convient néanmoins au domaine de l'assurance puisque celle-ci assure le véhicule, peu importe la personne qui se trouve au volant. Il en résulte une meilleure évaluation du risque puisque la tarification s'ajustera automatiquement à la façon dont l'assuré partage son véhicule, contrairement aux critères utilisés par les assurances traditionnelles.

Dans une perspective différente, un téléphone intelligent collecte les données que le possesseur soit conducteur du véhicule assuré, le conducteur d'un autre véhicule ou le passager d'un véhicule. L'application utilisée au Québec dans le cadre du programme Ajusto option téléphone intelligent utilise un algorithme pour caractériser le profil de l'assuré et être en mesure de distinguer si celui-ci est véritablement le conducteur ou un passager. L'assuré a ensuite la possibilité de corriger cette information si elle est erronée en consultant son tableau de bord jusqu'à 30 jours à partir de la date du trajet. Les données collectées qui servent à établir le score et donc la tarification de l'assurance se rapportent dans ce cas exclusivement à l'évaluation du comportement du conducteur qu'il conduise ou non le véhicule qui est assuré. Les conditions d'utilisation du programme Ajusto option téléphone intelligent précisent d'ailleurs que l'assuré « doit avoir en sa possession le téléphone intelligent sur lequel l'application est installée chaque fois qu'il conduit un véhicule (que le véhicule soit inscrit au programme ou non) ». Dans ce cas, la prime d'assurance sera donc établie en fonction des informations comme pour une assurance traditionnelle, et le rabais consenti pour le renouvellement dépendra uniquement du conducteur inscrit.

Par ailleurs, Desjardins assurances a diffusé quelques constats aux médias par voie de communiqué ([Desjardins Assurances, 2014](#)), suite à un sondage réalisé auprès de 257 adhérents un an après la mise en place du programme Ajusto (avec dispositif) :

- deux tiers des assurés déclarent être plus attentif à leur conduite (intensité des accélérations et des freinages) ;
- la moitié disent être « plus prudents » depuis l'installation du dispositif dans leur véhicule ;
- un tiers des assurés sont maintenant plus conscients de la fréquence d'utilisation de leur véhicule et ont tendance à vouloir moins l'utiliser ;
- les assurés arrivent à obtenir en moyenne un rabais de 12 % pour leur prime d'assurance qui sera appliquée l'année suivante.

En mai 2014, le programme Ajusto avec dispositif comptait près de 50 000 adhérents ([Autonet, 2014](#)).

Une partie de l'enquête récemment réalisée par la SAAQ sur la perception des conducteurs québécois (SAAQ, 2015a) a également été consacrée à l'opinion sur les programmes d'assurance télématique. Les questions portaient uniquement sur les programmes basés sur les habitudes de conduite, à savoir : la surveillance du kilométrage, des accélérations fortes et des freinages brusques, ou encore du moment de la journée auquel les déplacements ont lieu. Les considérations sur le respect des limites de vitesse n'ont pas été évoquées bien que deux compagnies d'assurance au Québec intègrent ces données dans leurs programmes télématiques : Ajusto option téléphone intelligent, et Mobiliz dans une plus large part. 39 % des personnes interrogées sont favorables aux programmes d'assurance télématique évaluant les habitudes de conduite contre 58 % qui y sont défavorables (dont 37 % très défavorables). Sur les 1027 personnes interrogées seulement 6 % participent à un programme d'assurance télématique (ou vivent dans un foyer où un véhicule est assuré avec un tel programme). 58 % des personnes pensent qu'un tel programme ne pourrait pas les aider à adopter de meilleurs comportements, principalement parce les comportements sont jugés déjà adéquats.

6.3 Potentiel de l'impact des technologies embarquées sur la sécurité routière

6.3.1 L'évolution des accidents liés à la vitesse au cours des dix dernières années

Les données des accidents corporels, c'est-à-dire qui impliquent au moins un blessé parmi les occupants des véhicules impliqués, ont été mises à notre disposition par la SAAQ. Ces données proviennent des rapports d'accidents de véhicules routiers rédigés par les policiers. Elles couvrent une période de 12 ans (2000 à 2011 inclusivement), et totalisent 413 443 enregistrements d'accidents, pour lesquels au moins un véhicule immatriculé au Québec était impliqué. Afin d'identifier les accidents en lien avec la vitesse, les données ont été regroupées en considérant les causes principales d'accident. L'agent de police a la possibilité de noter deux causes principales sur le rapport d'accident parmi un

choix de 48 facteurs possibles. Trois facteurs ont été retenus, qu'ils soient spécifiés pour la première cause principale d'accident ou la deuxième cause principale, afin d'identifier les accidents en lien avec une vitesse inappropriée :

- Le conducteur « excédait la vitesse permise » ;
- L'accident était principalement causé par une « conduite / vitesse imprudente » ;
- Le conducteur « faisait une course ».

Une autre cause principale d'accident n'a pas été considérée dans le traitement des données, bien qu'elle fasse partie des cas de vitesse inappropriée, car elle fait référence au déplacement anormalement lent d'un véhicule : « lenteur induite » d'un des véhicules impliqués. Nous nous intéressons davantage dans ce rapport aux vitesses excessives, et ces accidents dus principalement à une vitesse trop basse par rapport à la circulation sont particulièrement rares : une vingtaine de cas seulement par année.

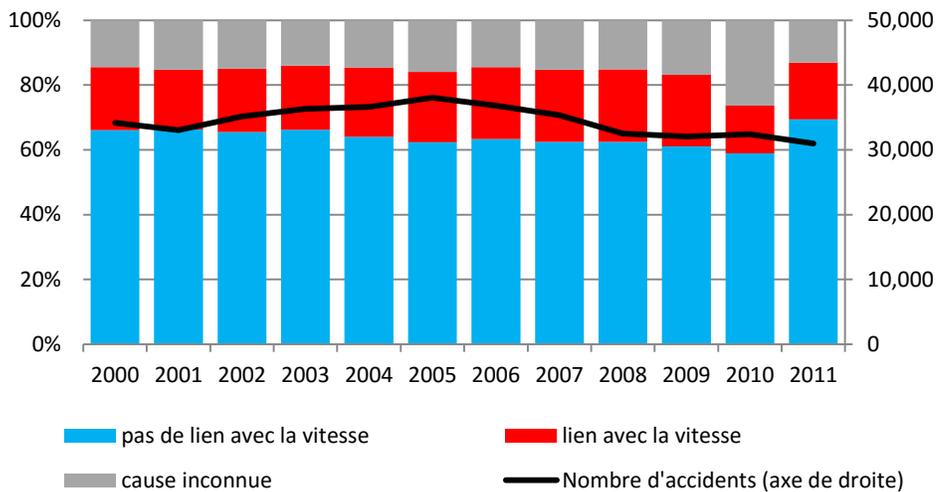


Figure 3 : Proportion des accidents corporels au Québec en lien avec la vitesse, par année

La Figure 3 représente les proportions d'accidents liés ou non à la vitesse ainsi que le nombre total d'accidents. La proportion d'accidents liés à la vitesse varie de 20 à 27 % annuellement lorsqu'on la rapporte à l'ensemble des accidents pour lesquels au moins une cause principale a été mentionnée. Bien que le nombre d'accidents corporels oscille entre 30 000 et 40 000 selon les années, les proportions restent relativement les mêmes, ce qui ne permet pas de distinguer une tendance particulière. Il est important de noter que la cause principale d'accident n'est pas précisée dans 13 à 26 % des cas, selon les années. Les proportions pour l'année 2010 sont différentes : il peut y avoir un lien avec l'actualisation du formulaire de rapport d'accident qui a été effectuée en mars 2010 (SAAQ, 2013).

Bien que l'information de la limite de vitesse sur le lieu de l'accident ne soit pas disponible pour 11 % des rapports d'accidents sur la période de 2000 à 2011, la

répartition de l'ensemble des accidents corporels selon la limite de vitesse met en valeur une plus grande proportion pour les zones de limitation de la vitesse à 50 km/h (près de 50 % des accidents) que pour les accidents liés à la vitesse : les limites de vitesse les plus représentées sont 50 et 90 km/h, dans une proportion de 23 % chacune (Figure 4). Une exploration plus détaillée des accidents liés à la vitesse et pour lesquels la vitesse autorisée est de 50 km/h montre qu'une part importante des causes principales correspond à un non-respect de la signalisation (feu rouge, cédez-le-passage) et à différents facteurs d'inattention.

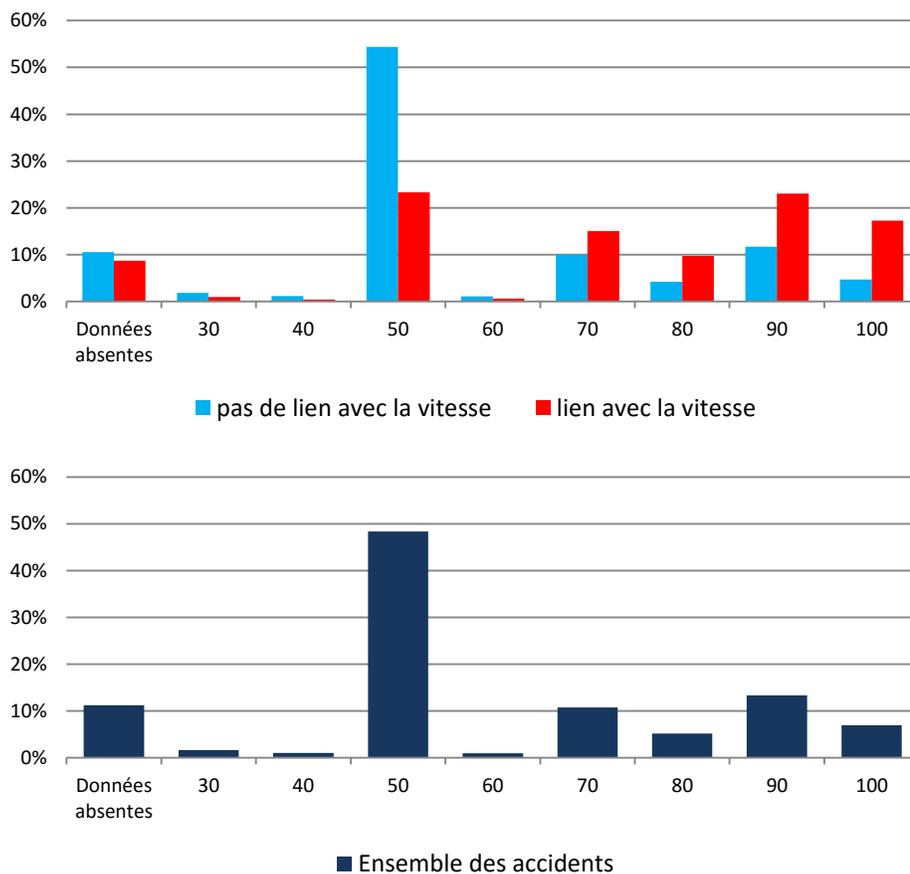


Figure 4 : Répartition des accidents corporels par limite de vitesse autorisée (de 2000 à 2011)

Une exploration des données d'accident a été faite pour comparer les répartitions des accidents (accidents liés à la vitesse versus autres accidents) en fonction des variables contextuelles les plus importantes et la gravité. Tout d'abord, concernant la gravité des accidents (Figure 5), on remarque que la proportion des blessés légers est moins importante pour les accidents liés à la vitesse au profit des blessés graves (environ 5 points de % en plus). Aussi le nombre de décès est supérieur de 2 points de % pour les accidents liés à la vitesse. Ces différences sont cohérentes avec l'assertion fréquente dans la

littérature que la vitesse est directement liée à la gravité des accidents, et les rapports d'accident le reflètent malgré les imprécisions de ces données.

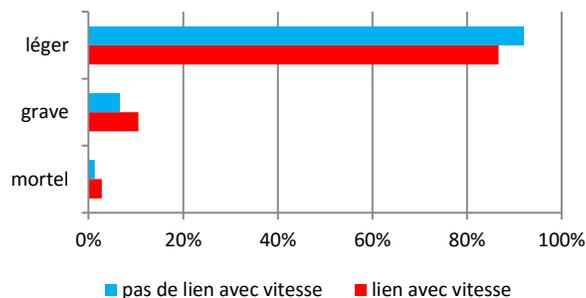


Figure 5 : Répartition des accidents selon la gravité

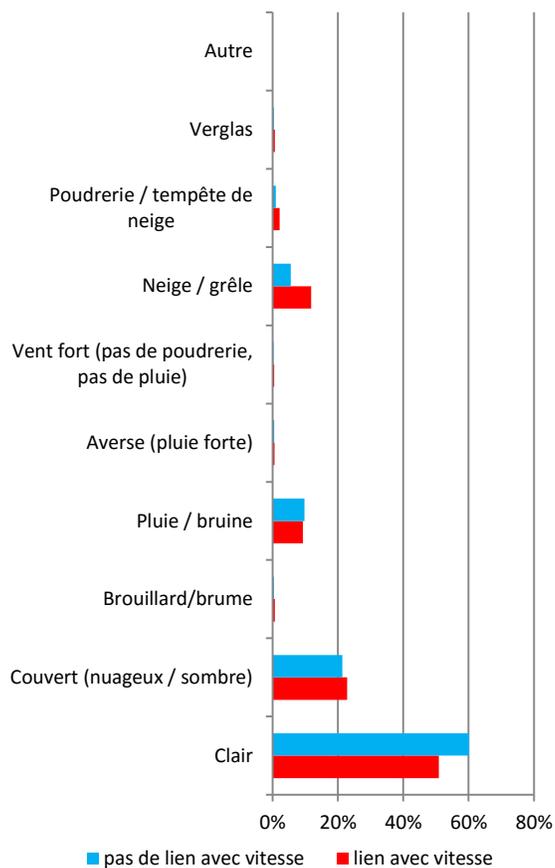


Figure 6 : Répartition des accidents selon les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques (Figure 6) sont également liées au fait que la vitesse soit un facteur d'accident. Les accidents par temps clair sont moins fréquents (9 points de % de moins) lorsque la vitesse est mentionnée tandis que

les épisodes de « neige / grêle » sont plus fréquents (6 points de % de plus). C'est également le cas, dans une moindre mesure, des accidents par ciel couvert (nuageux / sombre) qui sont légèrement plus fréquents (2 points de % de plus) lorsque la vitesse est un facteur d'accident. Ces différences de distribution ont probablement un lien avec les conditions de visibilité qui sont défavorables et pour lesquelles une vitesse inappropriée peut augmenter le risque d'accident. La condition météorologique « pluie / bruine » ne valide pas cette hypothèse, avec une proportion légèrement inférieure (1 point de % de moins) pour les accidents liés à la vitesse.

Le genre d'accident (Figure 7) semble quant à lui fortement influencé par la vitesse inappropriée : les accidents impliquant un autre véhicule ou un piéton sont moins fréquents avec respectivement une différence de 22.8 points de %. Ce sont en effet les accidents impliquant un seul véhicule en rapport avec une perte de contrôle qui sont plus représentés lorsque la vitesse est inappropriée : « quitte la chaussée » (+ 14 points de %), « capotage » (+ 11 points de %), collision avec « un garde-fou / une glissière de sécurité » (+ 6 points de %), avec un lampadaire (+ 3 points de %) et avec un objet fixe (+ 3 points de %).

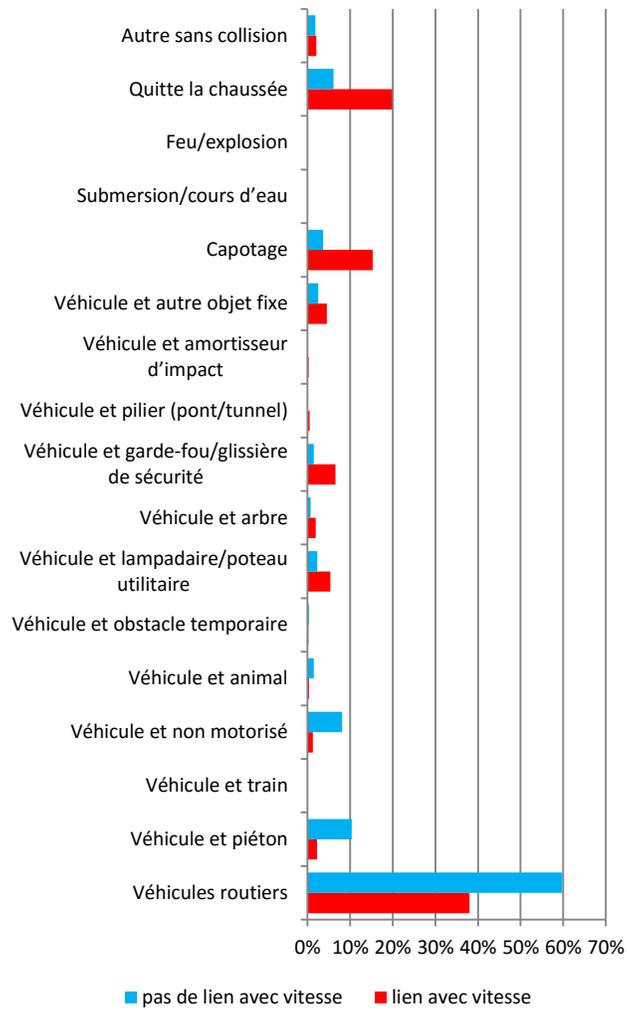


Figure 7 : Répartition des accidents par genre d'accident

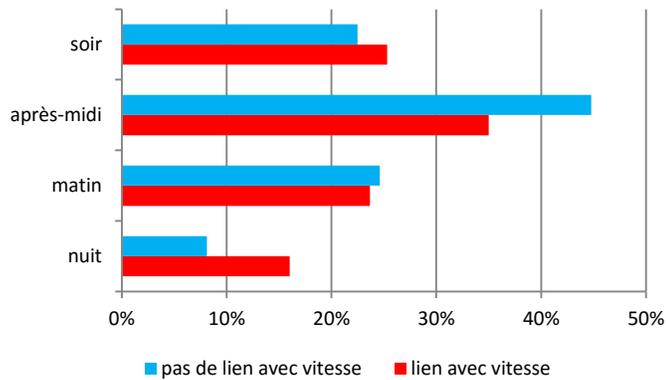


Figure 8 : Répartition des accidents par moment de la journée

Des différences sont également à noter selon le moment de la journée pendant lequel survient l'accident (Figure 8). Ceux-ci sont moins fréquents en après-midi lorsque la vitesse est un facteur d'accident (10 points de % en moins) : ils surviennent davantage le soir (+ 3 points de %), entre 18 et 23 heures, et la nuit (+ 8 points de %), entre minuit et 5 heures. Les rapports d'accident mettent ici en valeur un lien déjà établi entre les heures nocturnes et la conduite imprudente, particulièrement en ce qui concerne la vitesse inappropriée.

Le type de surface de la chaussée au moment de l'accident (Figure 9) montre également des disparités entre les deux catégories de causes principales d'accident : les accidents avec vitesse inappropriée sont plus fréquents pour les surfaces enneigées (7 points de % en plus), et pour les surfaces glacées. Cependant les accidents liés à la vitesse avec un état de surface « mouillée » sont moins fréquents.

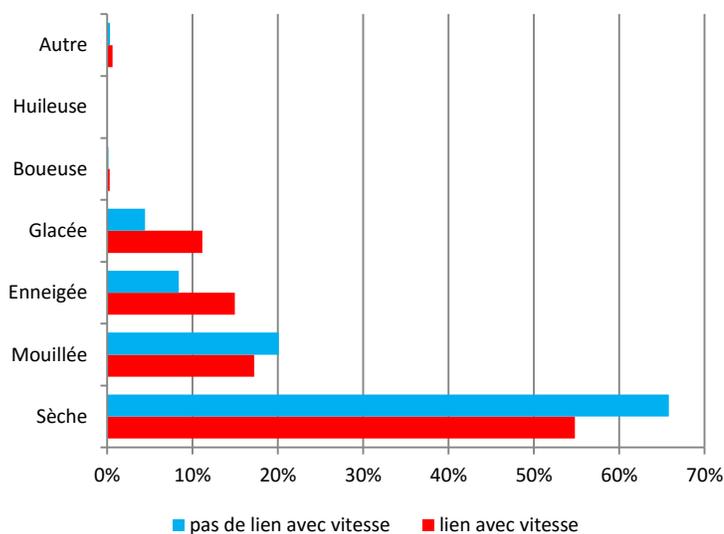


Figure 9 : Répartition des accidents par type de surface

Compte tenu des liens qui existent entre la vitesse et la gravité des accidents, les conditions météorologiques, le genre d'accident, le moment de la journée et l'état de la surface, ces variables ont été croisées entre elles pour tenter de détecter des disparités significatives (Tableau 11). Pour ces variables, les répartitions des accidents selon chaque paire de variables ont été comparées entre les accidents liés à la vitesse et les accidents dont une des causes principales était connue et n'était pas liée à la vitesse (les accidents pour lesquels les causes principales n'étaient pas précisées ont été exclus). La fréquence des accidents liés à la vitesse a été soustraite à la fréquence des accidents liés à d'autres causes pour chaque catégorie des paires de variables considérées. Le Tableau 11 permet donc de voir les interactions entre les variables qui sont liées à des proportions plus grandes (en rouge) ou plus petites (en bleu) d'accidents liés à la vitesse.

En étudiant si un effet d'une variable est influencé par les autres variables en terme de signe, on identifie les interactions entre variables ou certaines de leurs catégories dont l'association avec la vitesse n'est pas influencée par les autres variables considérées, notamment :

- les valeurs de variables associées à une augmentation de la fréquence des accidents liés à la vitesse : condition météorologique « neige / grêle », période de la journée « nuit », genre d'accidents à un seul véhicule avec perte de contrôle (« garde-fou/glissière », « capotage » et « quitte la chaussée »), gravité mortelle (et grave en général) et chaussée « enneigée » et « glacée ».
- les valeurs de variables associées à une diminution de la fréquence des accidents liés à la vitesse : genre d'accident « véhicule et piéton » et « non-motorisé »

Les autres catégories des variables ont des interactions avec les variables mentionnées ci-dessus, c'est-à-dire que leur association au facteur vitesse est dominée par ces dernières : par exemple, les périodes de la journée en dehors de la nuit dépendent des autres variables, par exemple du genre d'accident, pour leur association avec la vitesse. Dans les collisions entre véhicules, les accidents liés à la vitesse sont sous-représentés lorsque :

- la collision implique un ou des blessés légers (-23 points de %)
- la chaussée est sèche (-17 points de %)
- la condition météo est « claire » (-16 points de %)
- l'accident a lieu l'après-midi (-13 points de %)

Dans les pertes de contrôle (« garde-fou/glissière », « capotage » et « quitte la chaussée »), la vitesse est une cause plus fréquente lorsque :

- la collision implique un ou des blessés légers (+22 points de %)
- la chaussée est sèche (+12 points de %)
- la condition météo est « claire » (+11 points de %).

Autrement dit, les conditions optimales telles que météo claire et chaussée sèche inciteraient les conducteurs à la vitesse, car elles représentent des conditions plus fréquentes de pertes de contrôle liées à la vitesse.

Pour la gravité des accidents, bien que la proportion des accidents mortels ou avec blessés graves varie peu (moins de 2 points de %) entre les accidents liés ou non à la vitesse, celle des accidents avec blessés légers est plus importante lorsque liés à la vitesse pendant la nuit, lorsque la route est enneigée ou glacée, ou encore lorsqu'il neige ou grêle (+6 points de %).

Tableau 11 : Écarts de répartition (points de %) entre les accidents liés à la vitesse et ceux liés à d'autres causes

		Moment de la journée				Condition surface chaussée					Gravité accident			Genre accident						
		Nuit (0 à 5 h)	Matin (6 à 11 h)	Après-midi (12 à 17 h)	Soir (18 à 23 h)	Sèche (1)	Mouillée (2)	Enneigée (3)	Glacée (4)	Autres	Mortel (1)	Grave (2)	Léger (3)	Véhicules routiers (11)	Véhicule et piéton (12)	Non motorisé (14)	Garde-fou / Glissière (19)	Capotage (61)	Quitte la chaussée (64)	Autres
Clair	11	4%	-4%	-9%	0%	-10%	-1%	0%	2%	0%	1%	2%	-12%	-16%	-5%	-5%	2%	5%	6%	3%
Couvert	12	2%	0%	-2%	1%	-1%	0%	1%	2%	0%	0%	1%	0%	-4%	-2%	-1%	1%	3%	3%	2%
Pluie / Bruine	14	1%	0%	-1%	0%	0%	-1%	0%	0%	0%	0%	0%	-1%	-3%	-1%	0%	1%	1%	1%	1%
Neige / Grêle	17	1%	2%	2%	1%	0%	0%	5%	2%	0%	0%	0%	6%	1%	0%	0%	1%	2%	2%	1%
Autres		0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%
		Nuit	0-5h			5%	2%	1%	1%	0%	1%	1%	6%	0%	0%	0%	1%	2%	2%	2%
		Après-midi	12-17h			-11%	-3%	2%	2%	0%	0%	1%	-11%	-13%	-4%	-3%	1%	3%	4%	1%
		Soir	18-23h			1%	-1%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	-3%	-2%	-2%	1%	3%	4%	2%
		Matin	6-11h			-5%	-1%	2%	3%	0%	0%	1%	-2%	-6%	-2%	-1%	1%	3%	3%	1%
				Sèche	1	1%	2%	-14%	-17%	-5%	-6%	2%	6%	6%	3%					
				Mouillée	2	0%	0%	-3%	-6%	-2%	-1%	1%	2%	2%	1%					
				Enneigée	3	0%	1%	6%	0%	-1%	0%	1%	2%	3%	1%					
				Glacée	4	0%	1%	6%	1%	0%	0%	1%	2%	2%	1%					
				Autres		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%					
						Mortel	1	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%				
						Grave	2	1%	-1%	0%	0%	1%	1%	1%						
						Léger	3	-23%	-7%	-6%	5%	10%	12%	5%						

Cette analyse exploratoire des caractéristiques des accidents liés à la vitesse indique que plusieurs éléments sont surreprésentés dans ces accidents, c'est-à-dire que la vitesse n'est pas le seul facteur d'accident, et que la vitesse augmente bien la gravité des accidents. Il serait intéressant d'analyser de façon complémentaire les données que peuvent fournir les EDV dans des études naturalistes de la conduite.

Si on fait l'hypothèse que les EDV et SAIV auront un effet plus important sur les accidents liés à la vitesse (entraînant une réduction plus importante du nombre de ces accidents), les catégories d'accidents avec une proportion plus importante d'accidents liés à la vitesse diminueront plus vite que le nombre global d'accidents. Dans ce cas, les accidents à un seul véhicule et les accidents plus graves diminueront plus rapidement que les autres types d'accidents.

La réduction de la vitesse devrait dans tous les cas diminuer la gravité des accidents et provoquer un transfert de proportion des accidents mortels vers les accidents avec blessés graves, des accidents avec blessés graves vers les accidents avec blessés légers, des accidents blessés légers vers les accidents avec dommages matériels seulement et des accidents avec dommages matériels vers des quasi-accidents (accidents évités de justesse).

6.3.2 L'évolution des infractions liées à la vitesse

Selon les données des infractions de 2001 à 2011 qui servent à renseigner le dossier des conducteurs et ont été fournies par la SAAQ pour ce projet, et selon un récent dossier statistique de la SAAQ (Tardif, 2014), les excès de vitesse représentent en moyenne plus des deux tiers du total des contraventions. Le Tableau 12 donne une indication sur les proportions des contraventions pour l'année 2013.

Tableau 12 : Proportion des cinq types de contraventions les plus courants en 2013

Infractions liées aux excès de vitesse*	67 %
Arrêt obligatoire non effectué	11 %
Omission de porter la ceinture de sécurité	5 %
Utilisation du téléphone cellulaire au volant	7 %
Feu rouge non respecté	4 %

*Les infractions liées aux excès de vitesse dans le Tableau 12 représentent un cumul de toutes les catégories : excès de 11 à 20 km/h, de 21 à 30 km/h, de 31 à 45 km/h, de plus de 45 km/h, excès de vitesse lors de travaux, vitesse ou action imprudente, et conduite trop rapide par rapport aux conditions.

Comme le montre la Figure 10, la proportion des infractions liées à la vitesse est plus fréquente pour les excès compris entre 21 et 30 km/h. Depuis 2008, celle des excès de 31 à 45 km/h diminue chaque année au profit des excès de 11 à 20 km/h. Il faut noter cependant que la proportion des excès entre 11 et 20 km/h est très probablement sous-représentée compte tenu de la tolérance policière

pour ce premier niveau d'infraction. Bien que cette tolérance ne soit pas officielle, elle a été récemment documentée par Bruneau (2015) pour trois catégories de limites de vitesse, 30, 50 et 70 km/h, et selon la perception des Québécois peut représenter respectivement un pourcentage de 29, 44 et 51 % de la valeur de la limite autorisée.

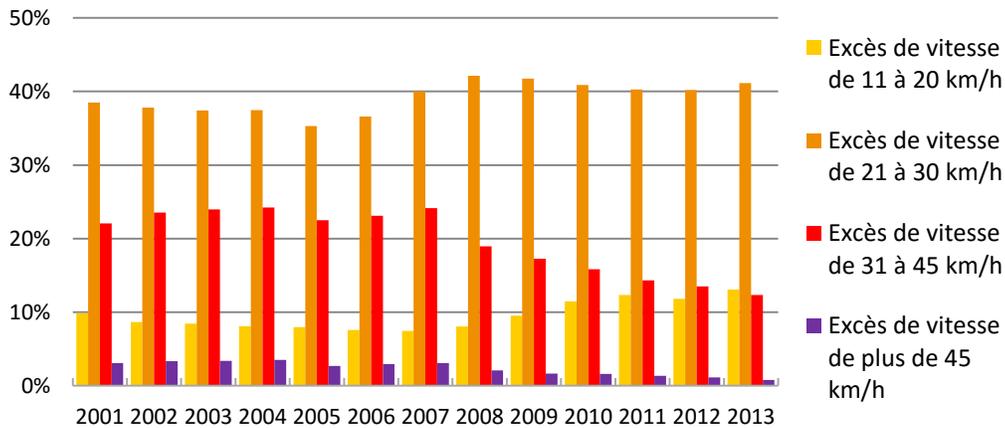


Figure 10 : Proportions de l'importance des excès de vitesse d'après les infractions de 2001 à 2013

La tendance du pourcentage d'infractions pour la somme des quatre catégories d'excès de vitesse est à la baisse depuis 2008, passant de 71 % en 2008 à 56 % en 2013. Cette tendance coïncide avec l'apparition des infractions liées à l'usage du téléphone cellulaire au volant : celles-ci représentent 2 % en 2008, 5 % en 2009 et 2010, et 7 % en 2011. La distraction au volant est une préoccupation croissante en plus des excès de vitesse.

Ces données mettent en valeur deux faits importants : non seulement les excès de vitesse représentent la majorité des infractions au Québec, mais surtout une forte proportion concerne des excès compris entre 21 et 45 km/h. Le déploiement des EDV et SAIV dans les véhicules contribuerait à diminuer le nombre d'infractions et permettrait très probablement d'en réduire la gravité en modifiant les proportions entre les différentes tranches d'excès de vitesse. Ces données d'infractions pourraient servir à mesurer l'efficacité des EDV et des SAIV, car elles ont l'avantage de caractériser l'importance de l'écart entre la limite de vitesse et la vitesse pratiquée. Un des objectifs prioritaires de l'utilisation d'EDV et de SAIV pourrait être, dans un premier temps, de réduire la proportion des excès de vitesse les plus importants au Québec.

6.3.3 L'évolution des limites de vitesse en zone urbaine au Québec

Compte tenu du nombre plus important et de la gravité plus élevée des accidents dans les zones urbaines, en particulier à cause de la présence plus importante d'usagers vulnérables combinée à des débits de circulation plus importants, plusieurs municipalités ont décidé de réduire les limites de vitesse de 50 à 40 km/h, voire de 40 à 30 km/h.

La majorité des arrondissements de Montréal ont désormais des limites de vitesse de 40 km/h sur l'ensemble des rues locales et à proximité des quartiers verts ([Ville de Montréal, 2008](#)). Plusieurs villes dans tout le Québec ont adopté des limites de vitesse à 40 km/h dans les rues locales : La Prairie, Laval, Saint-Bruno, Sainte-Julie, Sainte-Thérèse (Le Journal de Québec, 2015), ainsi que Val d'Or, Hudson, Cowansville et Stoneham-et-Tewkesbury.

Outremont a été le premier arrondissement de Montréal à passer récemment aux limites de 30 km/h dans les rues locales le 1^{er} décembre 2014. L'arrondissement Sud-Ouest a réduit la limite de vitesse à 30 km/h pour 80 % de ses rues (La Voix Pop Sud-Ouest, 2015). Une centaine de sections de rue seront limitées à 30 km/h dans la ville de Sutton à partir de juin 2015 (Le Guide, 2015).

Cette réduction des limites de vitesse dans les zones urbaines et dans des municipalités en région rurale se reflète également dans les enquêtes d'évaluation de la vitesse de la SAAQ. Depuis 2012, l'enquête demande aux participants d'indiquer à combien est fixée la majorité des limites de vitesse dans leur municipalité (50 ou 40 km/h) : le quart des personnes interrogées répondent 40 km/h.

Tableau 13 : Vitesse moyenne déclarée dans les zones urbaines selon la limite de vitesse - Enquêtes annuelles SAAQ

Limite de vitesse	2014		2013		2012	
	50 km/h	40 km/h	50 km/h	40 km/h	50 km/h	40 km/h
<i>Moins que la limite</i>	11%	13%	10%	7%	13%	8%
<i>À la limite</i>	26%	30%	28%	28%	44%	48%
<i>Jusqu'à 10 km/h de plus</i>	56%	51%	55%	61%	40%	40%
<i>Au-delà de 10 km/h de plus</i>	5%	5%	7%	4%	2%	4%

Le Tableau 13 donne des indications sur le respect des limites de vitesse selon les réponses aux enquêtes d'évaluation de la campagne vitesse de la SAAQ. Les résultats mènent à quelques constats :

- En 2012, la proportion des conducteurs déclarant faire des excès de vitesse en zone urbaine était nettement moins importante qu'en 2013 et 2014 ;
- Que ce soit pour les limites de 40 ou 50 km/h, la majorité des personnes interrogées estiment faire un excès de vitesse de 1 à 10 km/h pour 2013 et 2014, alors qu'en 2012, la majorité déclarait rouler à la limite permise ;
- Les personnes déclarant rouler en dessous de la limite de vitesse de 40 km/h sont presque deux fois plus nombreuses en 2014 par rapport à 2012 et 2013 ;

- En 2014, 43 % des répondants estiment respecter la limite de 40 km/h alors qu'ils ne sont que 37 % à respecter la limite de 50 km/h.

Si on se fie à ces résultats d'autoévaluation du comportement des conducteurs, ils semblent indiquer que la baisse des limites de vitesse à 40 km/h n'augmente pas la proportion des contrevenants.

Les caractéristiques de l'environnement routier et de l'infrastructure ont beaucoup d'importance sur le respect des limites de vitesse (Bellalite et al., 2011). Le succès de l'abaissement des limites de 50 à 40 km/h en milieu urbain repose sur des critères spécifiques de l'environnement routier pour être respectées par les conducteurs, tels que la présence d'usagers vulnérables et la largeur de la surface de roulement, ainsi que sur des propriétés géométriques associées à des risques (pentes, courbes, éléments qui réduisent la visibilité). Ces composantes ont par exemple été identifiées et intégrées par la ville de Toronto dans un modèle spécialement conçu pour le milieu urbain (City of Toronto, 2000). Le récent guide de la gestion de la vitesse destinée aux municipalités du Québec fait également référence aux facteurs environnementaux qui influencent le comportement du conducteur (Ministère des transports du Québec, 2015). On observe présentement au Québec des réductions de limites de vitesse de façon systématique, à l'échelle d'un ensemble de rues : les aménagements doivent cependant être appropriés pour s'assurer du respect de la limite de vitesse comme l'indique le guide. Une récente étude dont le but était de mesurer l'impact du changement des limites de vitesse de 50 à 40 km/h à Montréal montre qu'en réalité l'effet de la baisse de la limite de vitesse peut être positif ou négatif selon plusieurs variables (Heydari et al., 2014). L'analyse de données de vitesse collectées aux heures et basée sur une approche multicritère révèle que les rues à sens unique, la largeur des voies et le nombre de voies incitent les conducteurs à commettre des excès de vitesse, indépendamment de la limite de vitesse. En revanche, des précipitations et la présence d'emplacement de stationnement le long des rues incitent les conducteurs à rouler moins vite. Le passage d'une limite de 50 à 40 km/h a un impact sur la vitesse des véhicules en fonction de ces facteurs, et les excès de vitesse sont commis de façon plus prononcée pendant les heures de la nuit et les jours de fin de semaine. L'utilisation des EDV et SAIV présente une opportunité complémentaire pour augmenter le respect des limites de vitesse.

6.3.4 Les EDV et les SAIV les plus performants

En étant largement déployées et utilisées, les technologies embarquées liées à la vitesse contribueraient à réduire le nombre d'accidents et leur gravité. L'importance des bénéfices des EDV et des SAIV dépend de plusieurs facteurs qui peuvent agir à des échelles de temps différentes : en temps réel pour que le conducteur prenne conscience de ses excès de vitesse en tout temps ou en temps différé en lui donnant accès à un tableau de bord pour lui fournir une évaluation globale de son comportement de conduite.

Les EDV, même s'ils n'influencent pas le comportement du conducteur en temps réel comme le font les systèmes d'assistance à la conduite, ont l'avantage de

contribuer à l'amélioration de la sécurité routière de façon indirecte (Hynd, 2014) :

- en modifiant le comportement du conducteur parce qu'il a conscience que plusieurs paramètres de sa conduite sont enregistrés, et que ceux-ci vont servir à l'évaluer ;
- en facilitant la compréhension des accidents et ainsi en donnant l'occasion de sensibiliser les conducteurs sur certains comportements à risque ;
- en rendant possible des analyses plus précises et plus réalistes qui permettront d'orienter les progrès en assistance à la conduite sur les manœuvres qui sont les plus lourdes de conséquence.

Mais les bénéfices à retirer sont plus grands si l'utilisation des EDV est accompagnée d'incitatifs, positifs ou négatifs. Le seul fait de savoir que son comportement de conduite est enregistré a un effet ponctuel : le conducteur finit par prêter moins d'attention et reprend ses habitudes de conduite. En revanche, le fait de lui fournir une rétroaction régulière sur son comportement de conduite va améliorer l'efficacité des EDV, d'autant plus si les résultats sont utilisés pour offrir des avantages ou imposer des pénalités. C'est sur ce principe qu'est basée l'assurance télématique dont les objectifs sont à double sens :

- disposer de données suffisamment précises pour être en mesure de calculer adéquatement le risque que représente l'assuré, et ainsi permettre à la compagnie d'assurance d'être compétitive ;
- influencer le comportement de l'assuré avec des incitatifs pour diminuer le risque qu'il représente et ainsi réduire son risque d'implications dans des accidents de la route.

Certaines compagnies d'assurance s'en tiennent au premier objectif en évaluant le comportement pendant 6 mois seulement comme les programmes Ma conduite (Intact Assurances) et automérite (Belair Direct). D'autres vont laisser les dispositifs en place de façon permanente, en mettant en place un mécanisme de rétroaction d'information auprès du conducteur pour tenter d'atteindre le deuxième objectif, celui d'influencer son comportement : le score est communiqué toutes les semaines pour établir une facturation mensuelle pour le programme Mobiliz (Industrielle Alliance), tandis que le score est disponible quelques minutes après le trajet pour le programme Ajusto (Desjardins assurances et La Personnelle) pour établir la prime annuelle de la prochaine période de contrat.

On peut s'attendre à ce que l'utilisation des EDV soit encore plus poussée lorsque les données qui sont collectées servent à interagir de façon précise et régulière avec le conducteur : celui-ci peut ainsi prendre conscience de ses écarts de conduite et être en mesure de les localiser le cas échéant. Les incitatifs sont également essentiels pour la performance des EDV puisqu'ils peuvent maintenir le niveau d'implication du conducteur au fil du temps. Les incitatifs peuvent être positifs en offrant des avantages pécuniaires ou une reconnaissance de compétences (classement), ou ils peuvent être négatifs en imposant des pénalités.

L'EDV utilisé en assurance télématique au Québec le plus performant pour ses impacts sur la sécurité routière semble être celui de Mobiliz. Celui-ci comporte plusieurs éléments stratégiques pour faire réduire le nombre d'excès de vitesse des conducteurs :

- un rapport hebdomadaire qui est envoyé par courriel au conducteur pour faire le point sur son comportement de conduite de la semaine qui vient de s'écouler ;
- la possibilité de localiser sur une carte l'ampleur des écarts de conduite, ainsi que leur date et heure ;
- la facturation mensuelle qui permet au conducteur de bénéficier de ses rabais dans un délai rapide, et de remettre son score à zéro au début de chaque mois ;
- la mise en place d'un système de rabais (incitatif positif) permettant d'atteindre le maximum de réduction (25 %) pour les mois sans écarts de conduite;
- l'application de pénalités (incitatif négatif) qui peut augmenter aller jusqu'à doubler le montant de la prime si l'assuré commet un trop grand nombre d'excès de vitesse ;
- la prise en considération du nombre d'excès de vitesse, mais également de leur écart avec la limite permise pour le système de calcul de rabais ou de pénalités, ainsi que l'application d'une surprime de 10 \$ pour chaque grand excès de vitesse (écart de 40, 50 ou 60 km/h selon la limite permise).

L'acceptabilité des conducteurs est également un critère de performance. Un EDV peut être efficace, mais être rejeté par ses utilisateurs parce qu'il est trop contraignant ou trop accaparant. C'est la raison pour laquelle le recours à une tolérance acceptable est important : le programme Mobiliz a dû à cet égard ajuster la tolérance des excès de vitesse choisissant, à partir des commentaires de ses premiers clients, de les comptabiliser seulement s'ils dépassaient 18 km/h d'écart avec la limite permise. Aussi, la méthode de calcul des rabais et des pénalités doit être transparente : la connaissance des critères et des seuils permet au conducteur d'ajuster son comportement de conduite en connaissance de cause et en fonction de sa sensibilité par rapport aux incitatifs.

La performance des SAIV dépend quant à elle de leurs caractéristiques pour solliciter en temps réel l'attention des conducteurs. Les moyens qui sont utilisés pour influencer le conducteur doivent être suffisamment convaincants sans être accaparants. Trois types de SAIV donnent des résultats différents sur la modification du comportement de conduite :

- les systèmes informatiques qui sollicitent l'attention des conducteurs lorsque la vitesse du véhicule dépasse celle de la limite de vitesse du secteur. Ces systèmes ne doivent pas trop accaparer l'attention qui est déjà sollicitée pour la conduite.
- Les systèmes actifs débrayables qui empêchent le conducteur de commettre un excès de vitesse. Ils donnent de meilleurs résultats que les systèmes informatiques, car le système agit directement sur le véhicule

sans solliciter le conducteur. Ces systèmes peuvent être désactivés au moment de l'excès de vitesse, ou sur l'ensemble de l'itinéraire, en donnant l'occasion au conducteur de rouler à la vitesse qu'il souhaite, pour une situation appropriée (dépassement d'un véhicule) ou parce qu'il ne désire pas utiliser le SAIV sur son itinéraire.

- les systèmes actifs non débrayables obligent le conducteur à respecter la limite de vitesse, et celui-ci n'a aucun recours pour outrepasser cette limite. Le système est alors très efficace, mais il peut causer la frustration du conducteur qui n'a pas la possibilité d'adapter la vitesse par rapport aux autres véhicules ou dans le cas d'une situation exceptionnelle.

Il est évident que le système actif non débrayable est le plus efficace : le conducteur est obligé de respecter la limite de vitesse. C'est aussi le système qui est le moins bien accepté par les conducteurs ([Agerholm, 2008](#)). L'efficacité des SAIV doit alors être évaluée en fonction du type de SAIV, et l'adhésion du conducteur au système détermine la réduction des excès de vitesse. L'acceptabilité peut alors être considérée comme un facteur de performance : selon le type de SAIV, elle se traduit par le choix d'installer un SAIV actif non débrayable, l'activation fréquente d'un SAIV actif débrayable ou encore le choix de ralentir pour un SAIV informatif. Sous cet angle, les SAIV les plus performants qui ont été expérimentés présentent les trois caractéristiques suivantes (Morin et al., 2015) :

- une tolérance raisonnable : le SAIV informatif doit avertir le conducteur lorsque l'écart de l'excès de vitesse est significatif, et non dès que la vitesse pratiquée dépasse la limite de vitesse. Cette tolérance pourrait être configurable par le conducteur (comme c'est le cas du régulateur de vitesse) afin de répondre au besoin spécifique du conducteur ;
- des signaux suffisamment forts, mais non accaparants : que le conducteur soit avisé d'un excès de vitesse par un signal visuel, auditif ou haptique (vibrations), celui-ci devrait être proportionnel à l'écart entre la vitesse pratiquée et la vitesse permise. Plus l'excès de vitesse est grand, plus le signal devrait être fort et répétitif pour inciter le conducteur à réduire sa vitesse ;
- une grande fiabilité de la détection de la limite de vitesse à la position du véhicule : des informations erronées sur la limite de vitesse font perdre beaucoup de crédibilité au SAIV, et génèrent de la frustration pour les conducteurs. C'est la raison pour laquelle la performance d'un SAIV repose sur l'exhaustivité de la base de données et sur la mise à jour régulière des données de limite de vitesse.

L'acceptabilité est un facteur de performance à considérer selon le mode de déploiement. Pour un scénario de déploiement sur une base volontaire, il est essentiel que le conducteur y voie un gain et que les incitatifs soient importants. Cependant dans d'autres contextes dans lesquels le SAIV actif non débrayable serait imposé, seule l'efficacité du SAIV serait à prendre en compte : dans le cadre de mesures particulières destinées aux récidivistes par exemple, ou aux personnes avec déficiences, le SAIV pourrait être conditionnel au renouvellement du permis de conduire.

6.3.5 L'impact envisagé des EDV/SAIV au Québec

Le recours à un système embarqué en lien avec la mesure de la vitesse occasionne un changement de comportement plus ou moins important de la conduite, selon les caractéristiques du dispositif et du cadre d'utilisation. Ces systèmes ont principalement des répercussions sur la sécurité routière ainsi que sur l'environnement. Sur le plan des avantages que peut en tirer le conducteur, les EDV et SAIV lui permettent :

- de diminuer le risque d'être impliqué dans un accident ;
- de réduire la gravité d'un accident dans lequel il serait impliqué ;
- de respecter les limites de vitesse et donc de courir moins de risque de se faire adresser des contraventions ;
- d'adopter une conduite écoresponsable en diminuant sa consommation de carburant, l'usure de son véhicule, et donc son empreinte sur l'environnement.

L'usage des EDR (enregistreurs de données d'événements) dans le cadre de gestion d'une flotte commerciale de véhicules apporte des avantages permettant de mieux surveiller les actifs des compagnies. Mais ces entreprises cherchent également à réduire le nombre d'accidents qui leur occasionne d'importants coûts indirects : plusieurs études dans le monde ont tenté d'évaluer la réduction d'accidents et les résultats sont très différents comme le montre le Tableau 14.

Ces impacts sont évalués selon les modifications du comportement des conducteurs lorsqu'ils ont connaissance que leurs données de conduite seront exploitées en cas d'accident. Mais les réductions d'accident sont également la conséquence de la mise en place de mesures de sensibilisation qui sont ciblées sur les problématiques détectées grâce à l'analyse des données fournies par les EDV.

Tableau 14 : Impacts sur la sécurité routière des EDR (selon Hynd et al., 2014)

Étude	Type de flotte	Réduction du nombre d'accidents	Réduction des coûts de réparation
VDO (1999)	Commerciale	15%	-
SAMOVAR (2005)	Commerciale	28%	40%
Icelandic	Commerciale	56%	-
Wouters and Bos (2000)	Commerciale	20%	-
Elvik (2007)	-	6% à 7%	-
Plihal (2007)	Commerciale	9% à 66% (médiane 22,5%)	-
Danish Road Safety and Transport agency	-	20% (+/- 15%)	20%
eSafety working group (2005)	Tout type	Pas d'effet significatif sur les accidents	-
Cowi (2006)	Tout type	10% (7% à 15%)	-
Northamptonshire Police (2005)	Police	20% à 25%	-
VERONICA	-	25%	25%
AXA (2012)	-	15%	
Petersen and Ahlgrimm (2014)	-	5%	
TRL	Commerciale	0% à 10% (5%)	
TRL	Privé	0% à 2% (0%)	

Selon une étude réalisée par Bolderdijk et al. (2011) avec l'utilisation d'un EDV avec incitatif dans le cadre d'un programme d'assurance, les distances parcourues avec un excès de vitesse de 6 % et plus par rapport à la limite de vitesse ont diminué en passant de 20,5 à 17,6 %. Cette réduction peut paraître minime, mais une diminution de 5% des excès de vitesse peut se traduire par une baisse de 20 % du nombre d'accidents mortels (OECD/ECMT, 2006).

Pour les SAIV, les impacts sur la sécurité routière dépendent de plusieurs éléments :

- le type de SAIV : informatif, actif débrayable ou actif non débrayable ;
- le type de limite de vitesse : fixe (la même limite de vitesse en toute circonstance), variable (limite de vitesse qui peut varier selon le type de véhicule, le moment de la journée ou le moment de l'année) ou

dynamique (limite de vitesse qui change selon les conditions de circulation ou selon les conditions météorologiques) ;

- la valeur de la limite de vitesse ;
- le scénario de déploiement des SAIV : mise à disposition sur le marché pour les conducteurs qui souhaitent en faire l'acquisition, ou entrée en vigueur d'une loi qui en oblige l'installation dans les véhicules.

Le Tableau 15 montre une évaluation des gains en sécurité routière selon le type de SAIV en appliquant des variantes du modèle de puissance de Nilsson dans plusieurs études citées par Carsten ([2004](#)), notamment ([Regan et al., 2006](#) ; [Lai et al., 2011](#)).

Tableau 15 : Impacts des SAIV sur la sécurité routière selon Carsten et al. (2004)

	Limite de vitesse	Réduction des accidents avec blessures graves(%)	Réduction des accidents mortels (%)
SAIV informatif	fixe	10	18
	variable	10	19
	dynamique	13	24
SAIV actif débrayable	fixe	10	19
	variable	11	20
	dynamique	18	32
SAIV actif non débrayable	fixe	20	37
	variable	22	39
	dynamique	36	59
Secteur limité à 50km/h		5	6
Secteur limité à 60 km/h		6	8
Secteur limité à 70 km/h		4	6
Secteur limité à 80 km/h		5	7
Secteur limité à 100 km/h		3	4
Déploiement avec installation volontaire		4	13
Déploiement avec obligation d'installation		15	30

Rappelons qu'au Québec, selon l'analyse des données d'accidents sur les dix dernières années, la proportion d'accidents causés par la vitesse varie entre 20 et 27 %. Un EDV comportant des incitatifs comparables aux assurances télématiques ou un SAIV conçu pour maximiser l'acceptabilité par les conducteurs auraient très vraisemblablement des répercussions sur la sécurité routière selon le taux de pénétration. Il conviendrait cependant d'établir les scénarios adéquats pour le Québec en termes de :

- contexte d'utilisation pour les EDV : assurance (compagnie d'assurance ou SAAQ), équipement de flottes ciblées (comme celles du gouvernement du Québec, flottes commerciales de certains secteurs) ;
- incitatifs positifs / négatifs à mettre en place pour assurer l'adhésion des conducteurs ;
- type de SAIV : informatif, actif ;
- vitesse de déploiement ;
- secteurs particuliers : uniquement dans les centres urbains par exemple ;
- type de conducteur : professionnels, privés, récidivistes, jeunes conducteurs, conducteurs avec limitation, etc.

En définissant ces scénarios à tester dans des expérimentations, des modèles d'impact sur la sécurité routière ou sur l'environnement pourraient être élaborés

en fonction des résultats. L'ampleur des impacts sur la sécurité dépend également des pays et de leurs conditions particulières : état du bilan routier (un pays déjà très sécuritaire pourrait ne pas avoir les mêmes gains qu'un pays avec un mauvais bilan routier), perception et acceptabilité des conducteurs. Le Tableau 16 synthétise les intervalles des pourcentages de réductions qui peuvent être espérées selon le type de SAIV et également selon le type de déploiement ([Carsten, 2004.](#); [Lai et al., 2011](#) ; [ETSC, 2006](#)).

Tableau 16 : Réductions du nombre d'accidents pour des SAIV implantés dans plusieurs pays

SAIV	% de réduction d'accidents avec blessures graves		% de réduction d'accidents mortels	
	Min	Max	Min	Max
Informatif	10	13	18	24
Actif débrayable	10	18	19	32
Actif non débrayable	20	36	37	59
Dispositif recommandé		8	13	28
Dispositif obligatoire		25	28	50

Le

Tableau **17** montre des ordres de grandeur de réductions possibles du nombre d'accidents si des SAIV étaient déployés au Québec, en se basant sur une réduction entre 10 et 20 % des accidents mortels et entre 5 et 10 % des accidents avec des blessures graves. Le taux de pénétration fait référence à différents scénarios de pourcentage de véhicules équipés de SAIV sur l'ensemble des véhicules immatriculés. Le nombre d'accidents mortels et d'accidents avec blessures graves a été calculé à partir de la moyenne des données des cinq années de 2007 à 2011.

Tableau 17 : Évaluation de la réduction du nombre d'accidents (arrondi à un nombre entier) en déployant un SAIV

		<i>Nombre de décès en moins</i>		<i>Nombre de blessés graves en moins</i>	
		<i>de</i>	<i>à</i>	<i>de</i>	<i>à</i>
Taux de pénétration	10%	4	8	8	16
	25%	10	20	20	40
	50%	20	41	40	80
	75%	31	62	60	121
	100%	41	83	80	161

Basé sur la moyenne annuelle d'accidents de 2007 à 2011

416 accidents mortels / an

1619 accidents avec blessures graves / an

Ces différentes possibilités donnent une idée globale de l'impact que pourrait avoir un SAIV sur la réduction du nombre de décès ou de blessures graves par année. Notons cependant que les conséquences pourraient être encore plus importantes pour des déploiements ciblés vers certains types de conducteurs (jeunes conducteurs par exemple), ou pour certaines parties du réseau routier du Québec qui sont plus accidentogènes (comme les secteurs urbains).

7 LES CONSIDÉRATIONS POUR L'IMPLANTATION DE SYSTÈMES AU QUÉBEC

7.1 Les technologies embarquées de mesure de la vitesse en tant que STI

7.1.1 Les systèmes de transports intelligents

Les technologies embarquées pour l'enregistrement ou l'adaptation intelligente de la vitesse font partie des Systèmes de transport intelligents (STI). Ce terme employé depuis plus d'une vingtaine d'années et a été officialisé au Canada par la mise en place d'une stratégie globale des STI en 1999 ([Transports Canada, 2015](#)). Il désigne l'« application intégrée des technologies de communication, de contrôle et de traitement de l'information » aux systèmes de transport. L'objectif est d'assurer la fluidité des transports, leur sécurité ou encore l'accès à une variété de services les rendant plus faciles et plus agréables à utiliser (AIPCR, 2006).

Les nombreuses réalisations qui sont assimilées à des STI ont fait l'objet de considérations particulières du point de vue de la normalisation et de l'organisation des projets. Car les systèmes de transport concernent bien souvent des territoires gérés par plusieurs juridictions et mobilisent les intérêts de nombreux intervenants. Ils reposent aussi sur des systèmes informatiques, dont les entrées et sorties, et leurs formats doivent être normalisés pour favoriser l'interopérabilité des systèmes. C'est dans cette perspective qu'a été proposée en 2000 une première version d'une architecture canadienne des STI par Transports Canada, dérivée de l'architecture des États-Unis. La version actuelle est la version 2.0 mise à jour en 2009. L'architecture vise à normaliser l'ensemble des composantes des projets liés aux technologies de l'information et aux communications, tout en procurant un cadre pour la gestion de projet.

7.1.2 Finalité et modèles de l'architecture canadienne des STI

Une architecture nationale des STI vise essentiellement à définir et à organiser les différentes composantes d'un projet en se basant sur trois aspects :

- Les fonctions que les STI vont offrir aux utilisateurs ;
- Les sous-systèmes dans lesquels les fonctions sont intégrées ;
- Les flux de données (et d'information) qui relient les fonctions et les sous-systèmes pour constituer les STI.

La vocation d'une architecture nationale est d'encourager la création d'une architecture régionale, pour chaque projet de transport à l'échelle de leur zone d'influence, et de servir de base pour la concertation de tous les acteurs du milieu concerné par le projet. Combinée à une approche en ingénierie de système, l'architecture locale du projet de STI permettra d'établir toutes les étapes à franchir et toutes les actions qui devront être menées pour réaliser le projet en appliquant les bonnes pratiques et en respectant les normes en vigueur.

Six étapes sont nécessaires à la mise en place d'une architecture locale des STI pour répondre aux standards de Transports Canada, dont certaines contribuent à l'usage des règles de l'art de la gestion de projet (Transports Canada, 2010) :

- le démarrage du projet : l'analyse du besoin, la définition de la portée, le repérage des intervenants et des experts reconnus ;
- la collecte de données : la réalisation d'un inventaire des sources de données, la formulation des services à développer, la définition du concept d'exploitation et l'identification des exigences fonctionnelles ;
- la définition des interfaces : le repérage des interconnexions, la définition des flux d'information ;
- la mise en œuvre : la planification des séquences de projets, l'élaboration de la liste des ententes requises entre les différents organismes, l'application des normes de STI ;
- l'utilisation de l'architecture régionale des STI par les autorités du milieu ;
- l'entretien de l'architecture régionale en fonction de l'évolution des infrastructures de transport concernées.

Une architecture des STI favorise donc la concertation entre les intervenants, et l'intégration des différents projets d'une même région, en évitant les éventuelles duplications d'infrastructures. Cette approche peut d'ailleurs faire l'objet d'un prérequis pour des projets d'une ampleur significative : aux États-Unis par exemple, les projets de STI sont subventionnés par le gouvernement à la seule condition qu'une architecture régionale des STI ait été élaborée ou que ceux-ci s'intègrent dans celle qui est déjà existante le cas échéant (Farrell, 2015).

Selon le manuel des STI, les systèmes embarqués de mesure de la vitesse entrent dans la catégorie des « systèmes évolués de contrôle de véhicules » (Transports Canada, 2006) : celle-ci englobe tous les « systèmes qui sont conçus pour assister ou modifier la conduite ou l'environnement de conduite et influencer sur les actions des conducteurs ».

7.2 Les intervenants à mobiliser au Québec

Dans l'optique d'un projet d'expérimentation de SAIV ou d'EDV au Québec, plusieurs niveaux d'intervenants pourraient être consultés et impliqués à différents degrés.

7.2.1 Les acteurs en gouvernance

Plusieurs institutions du Québec pourraient fournir des informations sur les orientations, les priorités d'intervention et les limites à fixer dans le cadre de l'utilisation des technologies considérées. Ces entités pourraient également fournir des données précises sur les différents territoires du réseau routier québécois. Les acteurs suivants seraient sollicités :

- différentes directions du MTQ ;
- SAAQ ;
- Contrôle routier Québec ;
- services de circulation, de sécurité routière des grandes villes du Québec ;

- Sûreté du Québec ;
- Association des directeurs de police du Québec qui regroupe 28 municipalités ;
- service de Police de la ville de Montréal (SPVM).

7.2.2 Les fournisseurs de solutions

Des entreprises établies au Québec fournissent actuellement des solutions technologiques pour la mesure embarquée de la vitesse. Leur expertise dans le domaine permettrait d'utiliser des techniques déjà existantes de collecte et traitement de données de positionnement, et notamment d'algorithmes pour minimiser les aberrations et augmenter la fiabilité des technologies considérées. Les domaines pour lesquels ces fournisseurs pourraient être impliqués sont :

- la télémétrie ;
- la télématique ;
- l'hébergement et le traitement de données volumineuses ;
- les équipements utilisés pour la conception des technologies.

7.2.3 Les institutions de recherche

Le réseautage entre les institutions de recherche au Québec impliquées dans le domaine de la sécurité routière, des technologies de l'information et des systèmes de transport intelligent permet de prendre en considération les toutes dernières avancées. L'équipe de recherche du projet permet de faire le lien entre plusieurs chercheurs et collaborateurs parmi :

- Polytechnique Montréal ;
- HEC Montréal ;
- l'Université de Sherbrooke ;
- l'Université de Montréal ;
- l'Université Laval ;
- le Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport (CIRRELT) ;
- le Réseau de Recherche en Sécurité Routière (RRSR) financé par les Fonds de recherche du Québec, le MTQ et la SAAQ.

Des collaborateurs provenant d'autres institutions de recherche pourraient être sollicités selon les besoins du projet.

7.2.4 Les entités consultatives

Que ce soit pour les aspects techniques ou les considérations relatives à la sécurité routière, plusieurs regroupements pourraient être consultés à différents moments d'un projet expérimental :

- la Table québécoise de la sécurité routière ;
- l'association québécoise des transports (AQTr) : la table d'expertise en sécurité routière et la table d'expertise pour les Systèmes de transport intelligents ;
- l'association canadienne des automobilistes (*Canadian Automobile Association*, CAA) Québec ;

- l'association STI Canada.

Le Tableau 18 regroupe l'ensemble des partenaires potentiels et l'expertise qu'ils pourraient apporter.

Tableau 18 : Inventaire des expertises des partenaires potentiels

	Entités	Champs de compétence	Contributions au projet expérimental
Gouvernance (organismes publics)	Directions du ministère des Transports du Québec	Sécurité des transports Recherche et innovation	Planification, expertise, gestion de projet, intégration des STI
	Société d'assurance automobile du Québec	Prévention des accidents de route, recherche et innovation	Expertise, projets connexes
	Contrôle routier Québec	Transport routier des personnes et des biens Sécurité des usagers	Particularités pour les camions lourds
	Services de circulation, de sécurité routière des grandes villes du Québec	Mobilité et sécurité des transports routiers	Expertise, gestion des données de limites de vitesse
	Sûreté du Québec	Respect du Code de la sécurité routière et des règlements municipaux	Complémentarité aux mesures de gestion de la vitesse
	Association des directeurs de police du Québec	Respect du Code de la sécurité routière et des règlements municipaux	Mesures particulières de gestion de la vitesse dans les municipalités
	Service de police de la ville de Montréal	Respect du Code de la sécurité routière et des règlements municipaux	Mesures particulières de gestion de la vitesse à Montréal
Moyens (Fournisseurs et/ou institutions de recherche)	Télémetrie (Fournisseurs)	Fourniture de biens et services pour la collecte de données	Participation de flottes commerciales ou gouvernementales déjà équipées
	Télématique (Fournisseurs)	Fourniture de biens et services pour la collecte de données	Participation de flottes commerciales ou gouvernementales déjà équipées
	Hébergement de données (Institution de recherche)	Département d'informatique, de géomatique	Mise à disposition de serveurs, de matériel informatique
	Traitement de données volumineuses (Institution de recherche)	Département d'informatique, de géomatique	Forage de données, Méthodes statistiques
	Équipements pour la conception d'EDV et de SAIV (Fournisseurs et institutions de recherche)	Fourniture de biens et services pour la collecte de données	Optimisation de la collecte des données
Recherche appliquée (Institutions de recherche)	Polytechnique Montréal	Génie civil	Direction du projet, conception d'EDV, de SAIV, analyse de données
	Université McGill	Génie civil	Expertise en sécurité routière, analyse de données
	HEC Montréal	Méthodes quantitatives de gestion	Forage de données, Méthodes statistiques
	Université de Montréal	Droit	Expertise en protection des renseignements personnels

	Université de Sherbrooke	Géomatique appliquée	Expertise en géomatique, analyse de données spatiales, aide à la gestion de projet
	Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprises, la Logistique et le Transport (CIRRELT)	Recherche en transport	Expertise, projets connexes, réseautage international
Organismes de concertation (Tables de discussions et associations)	Table québécoise de la sécurité routière	Recommandations en sécurité routière	Expertise en sécurité routière, concertation des membres de la Table, réseautage
	Association Québécoise des Transports	Tables d'expertise en sécurité routière, pour les STI, mobilité durable	Expertise en sécurité routière et STI, concertation des membres des Tables
	Association canadienne des automobilistes (CAA)	Produits et services aux automobilistes	Accès aux membres pour enquêtes ou recrutement des participants
	Association mondiale de la route (AIPCR)	Transports routiers (échelle internationale)	Expertise en sécurité routière, concertation des comités
	Association STI Canada	Développement et intégration des STI au Canada	Expertise en gestion de projet, intégration de l'architecture canadienne des STI
	Association du transport du Canada (ATC)	Transports routiers (échelle canadienne)	Expertise en sécurité routière, concertation des comités

8 CONCLUSION

8.1 Bilan général

Plusieurs technologies embarquées sont actuellement utilisées et continuent d'évoluer pour permettre aux conducteurs d'éviter de pratiquer une vitesse excessive et aux gestionnaires du réseau routier de mieux comprendre les comportements de conduite et de choix de vitesse, et d'influencer les conducteurs. Ces technologies présentées dans ce rapport sont classées en quatre catégories :

- les enregistreurs qui constituent un historique de conduite dans une mémoire temporaire ;
- les dispositifs qui compilent l'ensemble des données de conduite ;
- les systèmes d'assistance à la conduite qui intègrent la mesure de la vitesse ;
- les systèmes d'aide au choix de la vitesse qui donnent la possibilité au conducteur de ne pas pratiquer de vitesse excessive.

Les EDV qui constituent des enregistrements exhaustifs des données de vitesse sont principalement utilisés à des fins de recherche pour la compréhension du comportement du conducteur, pour l'évaluation du risque en assurance dans le cadre des programmes d'assurance basée sur l'usage et dans le contexte de l'optimisation de la gestion de flotte de véhicules. Leur utilisation a été simplifiée au cours des années grâce à l'émergence de composantes technologiques structurantes telles que les récepteurs GNSS, les réseaux de communication mobile, l'accès aux ordinateurs de bord des véhicules par les ports OBDII et les accéléromètres et gyroscopes. Même s'il existe encore certaines limitations avec la précision des données de localisation par GNSS, des stratégies en réduisent les inconvénients et donnent l'opportunité de répondre de façon satisfaisante à plusieurs besoins, en particulier d'améliorer le bilan routier.

Le degré de performance des EDV dépend des objectifs d'utilisation et de l'exploitation des données volumineuses pour aboutir à des informations pertinentes que ce soit pour les études de comportement de conducteur, pour les compagnies d'assurance ou pour les gestionnaires de flottes de véhicules. La télémétrie véhiculaire a prouvé son efficacité pour améliorer les coûts d'exploitation des véhicules. Cependant, les compagnies d'assurances doivent consacrer encore beaucoup de ressources dans leurs programmes d'assurance télématique et il est encore trop tôt pour évaluer leur impact sur les comportements et la sécurité routière. Dans certains pays ou selon certains types d'assurés, elles ne peuvent le rentabiliser.

Depuis le début des années 1990, des SAIV ont été évalués dans plusieurs pays, principalement européens. Ces systèmes présentent des caractéristiques variées, qui influencent, de façon plus ou moins intrusive le conducteur en mobilisant sa perception visuelle, auditive ou haptique pour l'informer en cas d'excès de vitesse. Les SAIV actifs agissent directement sur la pédale d'accélérateur, voire sur la pédale de frein en plus de fournir une information au

conducteur. Les nombreuses expérimentations ont démontré que la technologie des différents types de SAIV est mature, mais la principale limite concerne la connaissance de la limite de vitesse à l'endroit où se trouve le véhicule. Les bases de données doivent en effet être mises à jour très régulièrement et la localisation du véhicule doit être précise. La reconnaissance des panneaux de signalisation par une caméra à l'intérieur du véhicule est une alternative pour contourner cette difficulté.

L'acceptabilité de ces technologies reflète bien souvent le sentiment de perte de liberté (pour les employés d'une flotte de véhicule, les clients d'un programme d'assurance télématique, les conducteurs utilisant un SAIV). Ce sentiment peut néanmoins être compensé avec un incitatif financier ou une reconnaissance de compétence. Les SAIV actifs sont dans certains cas moins bien acceptés que les SAIV informatifs, et plusieurs expérimentations révèlent que ce sont les conducteurs qui en ont le plus besoin d'un SAIV qui y sont le moins ouverts.

Cependant l'ère actuelle des technologies de l'information et des nombreuses applications de géolocalisation modifie les perceptions et offre de nouvelles opportunités aux constructeurs automobiles pour la collecte et l'utilisation des données de conduite. Le déploiement des EDV qui s'est fait progressivement selon les besoins du marché est beaucoup plus avancé que celui des SAIV dont l'intérêt est plus général.

L'investigation des enjeux juridiques et éthiques dans le monde, au Canada et au Québec, révèle que les données de vitesse collectées par un EDV ou utilisées par un SAIV peuvent constituer des données à caractère personnel. En plus des exigences de protection des renseignements personnels, les utilisations des informations collectées et générées par ces systèmes doivent être divulguées et connues des usagers. De plus, l'utilisateur doit en principe avoir accès aux informations qui le concernent ou encore qu'il produit du fait de l'utilisation de son véhicule. Lorsque le recours aux SAIV et aux EDV est imposé par la Loi, il faut s'assurer que les restrictions qui en découlent pour le respect des droits fondamentaux reposent sur des justifications suffisantes et raisonnables.

8.2 La situation au Québec

Les EDV sont déjà bien présents au Québec dans le cadre de la télémétrie véhiculaire, utilisés par des compagnies de transports routiers, mais également pour la gestion de flotte de véhicules d'entreprise ou de véhicules appartenant au gouvernement. Leur utilisation dans le cadre des programmes d'assurance télématique est récente, depuis 2012, mais certains de ces programmes d'assurance sont novateurs par leur prise en considération des limites de vitesse pour le calcul des rabais et l'ajout d'amendes. Les SAIV ont en revanche été très peu utilisés au Québec, aussi bien du point de vue expérimental qu'en tant que fonctionnalité dans les systèmes de navigation sous forme de SAIV informatif. Une compagnie dans la province du Manitoba propose un SAIV informatif qui peut être activé dans les limites de la ville de Montréal, et certains modèles de véhicules BMW sont équipés d'un SAIV informatif intégré fonctionnant au Québec grâce à un système de reconnaissance automatique

des panneaux de signalisation. Des véhicules semi-autonomes sont déjà disponibles au Québec et plusieurs constructeurs citent l'année 2020 pour la commercialisation de véhicules complètement autonomes.

Les données de limites de vitesse actuellement disponibles au Québec peuvent être utilisées pour le calcul des temps de parcours sur un itinéraire, mais ne permettent pas de connaître avec précision sur l'ensemble du réseau routier les limites de vitesse en vigueur en tout temps (limites de vitesse fixes, variables, et temporaires dans une zone de travaux routiers). Une telle base de données devra être constituée pour le développement des SAIV, ce qui pourrait être effectué graduellement, selon le type de réseau routier, ou par priorité en fonction des secteurs davantage concernés par des excès de vitesse.

L'architecture canadienne des STI est un cadre important pour la conception de projet visant à développer et déployer des EDV et SAIV car ses composantes (fonctions, sous-systèmes et flux de données) constituent un outil efficace de concertation entre les intervenants impliqués. Une des premières phases d'un projet expérimental devrait s'attacher à se conformer à la structure de l'architecture pour faciliter la gestion de projet, pour assurer son évolution dans le temps en facilitant sa mise à jour, et pour favoriser l'intégration de l'ensemble des technologies en lien avec la sécurité routière. Plusieurs sources de données sont disponibles pour évaluer la perception des Québécois vis-à-vis de la vitesse : les sondages de la SAAQ sur la perception de la sécurité routière et sur les campagnes de sensibilisation sur la vitesse. Cependant, aucune étude ne porte spécifiquement sur les effets d'une technologie embarquée en lien avec la mesure et le contrôle de la vitesse et sur les perceptions des conducteurs québécois à l'égard de ces technologies. L'analyse des données d'accidents et des infractions indiquent que les EDV et SAIV auraient selon toute vraisemblance des impacts notables sur la sécurité routière selon leur taux de pénétration.

8.3 Recommandations et perspectives

En conclusion, les systèmes les plus prometteurs pour la gestion de la vitesse et la sécurité routière sont les EDV et les SAIV, ainsi que les VA puisqu'ils remplaceraient partiellement ou complètement le conducteur, éliminant tout ou partie de ses erreurs, et respecteraient les limites de vitesse.

Le Québec est actuellement dans une période d'opportunités pour le développement des EDV, SAIV et VA par le développement des solutions d'assurance télématique innovantes et par l'émergence de modèles de véhicules qui intègrent de plus en plus de fonctionnalités d'assistance à la conduite comme les SAIV. Parmi les dispositifs déjà existants au Québec, la limitation de la vitesse des camions lourds pourrait par exemple évoluer vers la télématique, avec collecte centralisée des données de vitesse pour vérifier le respect de la limite de vitesse, voire vers un SAIV obligatoire. Les technologies embarquées en lien avec la mesure de la vitesse ont des impacts sur la sécurité routière, mais celles-ci devraient être évaluées au Québec en fonction des particularités des systèmes, du contexte (par exemple les conditions hivernales)

et de l'acceptabilité des conducteurs québécois qui nécessite une évaluation à part entière.

Tableau 19 : Résumé des propositions de projet pilote

Numéro	1	2	3
Projet pilote	Plateforme cartographique des limites de vitesse et déploiement de SAIV chez des populations à risque	Plateforme pour le diagnostic de sécurité routière en continu	Impacts des VA
Système	SAIV (et autres STI reposant sur les limites de vitesse)	EDV	VA
Partenaires à impliquer (en plus du MTQ)	Adresse Québec, SAAQ	Compagnies d'assurance, de transport de marchandise, gestionnaires de flotte institutionnelle	Fabricants de VA et intégrateurs de technologie (équipementiers), assurances
Étude d'acceptabilité	Oui (populations ciblées)	Oui (confidentialité des informations)	Oui

Trois possibilités d'expérimentation ou de projet pilote sont ainsi proposées en annexe sous forme de fiches, résumées dans le Tableau 19. Ces projets visent à évaluer la faisabilité des technologies, la disponibilité et qualité de différentes sources de données, et l'impact de ces technologies sur les comportements et la sécurité des usagers. Ces trois propositions reposent sur les dispositifs les plus prometteurs en termes d'impacts sur le respect des limites de vitesse et la sécurité routière, mais aussi sur des déploiements et des plateformes qui pourraient ne pas voir le jour en l'absence de volonté publique. Si on peut penser que les EDV et SAIV, comme d'autres technologies d'aide à la conduite qui font leur apparition sur le marché, seront adoptés par le grand public s'il y voit un intérêt, comme on le voit partiellement dans l'enquête de la SAAQ pour l'assurance télématique, des plateformes d'intérêt général comme les propositions 1 et 2 ne peuvent être proposées et soutenues que par les pouvoirs publics à cause de l'absence de retombées directes pour des intérêts privés.

Il est aussi recommandé de procéder à des enquêtes auprès des usagers pour les trois propositions de projet et plus généralement de toute stratégie d'implantation des technologies présentées dans ce rapport. En effet, le

comportement des conducteurs québécois est régulièrement étudié par des sondages ou par l'exploitation de statistiques (accidents, infractions), mais il manque une analyse spécifique et détaillée sur la perception et l'acceptabilité de l'utilisation des technologies d'EDV, de SAIV et de VA au Québec (ou dans des juridictions comparables en Amérique du Nord). Ces enquêtes pourraient aussi se faire par des méthodes qui vont au-delà des questions à préférences révélées par téléphone comme les enquêtes de perceptions réalisées par la SAAQ : questions à préférences déclarées, avec supports visuels (photos, animations) ou même en ayant recours à un simulateur de conduite.

Les différentes technologies d'aide à la conduite offrent des opportunités pour mieux connaître les comportements des conducteurs, pour les aider à mieux gérer leur vitesse et pour intervenir de façon plus ou moins automatique pour corriger les erreurs et éviter les prises de risques des conducteurs. Tous les acteurs du transport routier doivent donc prendre les mesures nécessaires pour saisir ces opportunités qui permettent enfin d'entrevoir un futur sans accidents de la route.

RÉFÉRENCES

01Net.com (2010) La Cnil se penche sur l'assurance auto calculée par mouchard (consulté en décembre 2014)

Abdulazim T., Abdelgawad H., Habib K. and Abdulhai B. (2013) Using Smartphones and Sensor Technologies to Automate Collection of Travel Data, 9p.

Abuelsamid S. (2016) Ford Starts Autonomous Vehicle Testing In The Snow, <http://www.forbes.com/sites/samabuelsamid/2016/01/11/ford-starts-autonomous-vehicle-testing-in-the-snow/#2715e4857a0bae3f4b83068a>, consulté en janvier 2016.

Adresses Québec (2009) Adresses Québec : une base commune à enrichir et à partager. Présentation au colloque de l'AGMQ – 29 septembre 2009, 15 diapositives.

Adresses Québec (2013) Adresses Québec - Guide l'utilisateur. Version 2.21, 52p.

Adresses Québec (2015) Nos produits – AQ réseau. <http://adressesquebec.gouv.qc.ca/agreseau.asp>, consulté en avril 2015.

AIPCR (2006) Manuel sur les Systèmes de transport intelligents. 2^{ème} édition, Comité technique 16 Exploitation des réseaux, 450p.

Ando R. and Mimura Y. (2015) An analysis on possibility of intelligent speed adaptation in terms of drivers' consciousness, 9p.

Bellalite L., Belzile A., Bruneau J.-F., Bouthot M.-L., Houle P.-L., Martin J., Pinglot G. et Varin M. (2011) Étude des conditions optimales correspondant aux différentes limites de vitesse en milieu urbain, 78p.

Bidasca L. and Townsend E. (2014) The business case for managing road risk at work, 44p.

BMW,

http://www.bmw.ca/ca/fr/newvehicles/4series/coupe/2013/showroom/driving_assistance_systems/index.html (consulté en décembre 2014)

BMW,

http://www.bmw.ca/ca/fr/insights/technology/connecteddrive/2013/driver_assistance/intelligent_vision.html#hud, consulté en avril 2015.

Bordoff J. and Noel P. (2008) Pay-As-You-Drive Auto Insurance : A Simple Way to Reduce Driving-Related Harms and Increase Equity, 58p.

Brault M. et Letendre P. (2003) Évolution des comportements et attitudes face à la vitesse au Québec entre 1991 et 2002, 22p.

Brennan T., Remias S., Grimmer G., Horton D., Cox E. and Bullock D. (2013) Probe Vehicle-Based Statewide Mobility Performance Measures for Decision Makers, 13p.

Bruneau J.-F. (2015) Sécurité réelle et sécurité perçue dans l'environnement piétonnier et cyclable des quartiers montréalais. Université de Sherbrooke, Congrès annuel de L'AQTr 2015.

Carnis L., Dupont A. et Ramos M. (2012) Comparaison internationale des systèmes de contrôle automatisés de la vitesse, 253p.

Carsten O. (2002) European research on ISA : where are we now and what remains to be done, 14p.

Carsten O. and Tate F. (2004) Intelligent speed adaptation: accident savings and cost-benefit analysis, 10p.

Carsten O., Fowkes M., Lai F., Chorlton K., Jamson S., Tate F. and Simpkin B (2008) ISA-UK Intelligent speed adaptation - Final report, 101p.

Chatterjee I. and Davis G. (2014) Use of Naturalistic Driving Data to Characterize Driver Behavior in Freeway Shockwaves, 9p.

City of Toronto (2000) Warrants for Implementing a Permanent 40 km/h Maximum Speed Limit.

CNIL (1978) Loi 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, <http://www.cnil.fr/documentation/textes-fondateurs/loi78-17/> (consulté en décembre 2014)

Code de la sécurité routière (2015) Signalisation routière – Dispositions générales – Article 303.1

Comeau J.-L., Dalmotas D. and German A. (2011) Evaluation of the accuracy of event data recorders in Chrysler vehicles in frontal crash tests, 14p.

Commission Européenne (2010) Opinion of the European Data Protection Supervisor on the Communication from the Commission on an Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe and the accompanying proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council laying down the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other transport modes», Journal Officiel 2010, C 47/02.

Courtney M. (2013) Premium Binds, 8p.

DaCoTA (2012) Integration of Road Safety in Other Policy Areas: Synergies and Conflicts, Deliverable 4.8i of the EC FP7 project DaCoTA, 64p.

Dalmotas D., German A. and Comeau J.-L. (2009) Crash pulse analysis using event data recorders, 15p.

De Larochelière J. (2015) Communication personnelle en avril 2015, Isaac Instruments Inc.

Desjardins Assurances (2014) Les utilisateurs d'Ajusto améliorent leur conduite et économisent. Communiqué de presse, 2p.

Dessibourg O. (2014) Pirater une voiture ? C'est possible... Le Monde, mercredi 5 mars 2014.

Duri S., Gruteser M., Liu X., Moskowitz P., Perez R., Singh M. and Tang J.-M. (2002) Framework for Security and Privacy in Automotive Telematics, 8p.

Ericsson L. and Bjornskau T. (2011) Acceptability of traffic safety measures with personal privacy implications, 15p.

ETSC (2006) Intelligent Speed Assistance - Myths and Reality, 20p.

European Large-Scale Field Operational Tests on In-Vehicle Systems (2012) Deliverable D11.3 – Final Report, 142p.

Farrell B. (2015) Communication personnelle, table d'expertise en STI de l'AQTr.

Fiat, <http://www.fiat.com/ecodrive/> (consulté en juillet 2014)

Fitzpatrick K., Carlson P., Brewer M., Wooldridge M. and Miou S.-P. (2003) Design Speed, Operating Speed and Posted Speed Practices. National Cooperative Highway Research Program Report, 103p.

Ford M. D. (1998) Identity Authentication and E-Commerce, The Journal of Information, Law and Technology (JILT)., <http://www.law.warwick.ac.uk/jilt/98-3/ford.html>

Ford, http://www.ford.co.uk/experience-ford/AboutFord/News/VehicleNews/2015/New_S-MAX (consulté en juin 2015)

GAO (2013) In-Car Location-Based Services – Companies Are Taking Steps to Protect Privacy, but Some Risks May Not Be Clear to Consumers. United States Government Accountability Office, 32p.

Gautrais V. et Trudel P. (2010) Circulation des renseignements personnels et Web 2.0, Montréal, Éditions Thémis, p. 125 et suiv.

Goodwin F., Achterberg F. and Beckmann J. (2006) Intelligent speed assistance - Myths and reality, 20p.

Grodon T., Kostyniuk L., Green P., Barnes M., Blower D., Bogard S., Blankespoor A., Leblanc D., Cannon B. and McLaughlin S. (2013) A Multivariate Analysis of Crash and Naturalistic Driving Data in Relation to Highway Factors, SHRP 2 report, 77p.

Hauer, E., Ng, J. and Lovell, J. (1988) Estimation of Safety at Signalized Intersections Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 1185, p 48-61

Hauer, E. and Bonneson, J. (2006) An empirical examination of the relationship between speed and road accidents based on data by Elvik, Christensen and Amundsen. Unpublished manuscript dated March 5, 2006. Prepared for the Highway Safety Manual Task Force

Heydari S., Miranda-Moreno L. and Fu L. (2014) Speed limit reduction in urban areas : A before-after study using Bayesian generalized mixed linear models, 10p.

Hinch A., Mercer T. and Schultz K. (1999) Recording Automotive Crash Event Data, 15p.

Hynd D. and McCarthy M. (2014) Study on the benefits resulting from the installation of Event Data Recorders, 224p.

International Traffic Safety Data and Analysis Group (2014) Road Safety Annual Report 2014, 526p.

Jacobson L. (2007) Vehicle Infrastructure Integration: Privacy Policies Framework, The Institutional Issues Subcommittee of the National VII Coalition, V.1.0.2, 32p.

Jägerbrand A., Dickinson J., Mellin A., Viklund M. and Dahlberg S. (2014) Rebound effects of energy efficiency measures in the transport sector in Sweden, 103p.

Kinpling R., Hickman J. and Bergoffen G. (2003) Effective Commercial Truck and Bus Safety Management Techniques, 105p.

Lahrmann H., Agerholma N., Tradisauskasa N., Næss T., Juhla J. and Harmsb L. (2011) Pay as You Speed, ISA with incentives for not speeding: A case of test driver recruitment, 7p.

La Presse (2015) Limiteur de vitesse anti contravention, Denis Arcand, publié le 2 avril 2015.

Lai F. and Carsten O. (2010) What benefit does Intelligent Speed Adaptation deliver: A close examination of its effect on vehicle speeds, 6p.

La Voix Pop Sud-Ouest (2015) On roule tout doux dans les rues du Sud-Ouest, André Desroches, publié le 15 mai 2015.

Le Journal de Québec (2015) Bientôt 40 km/h dans les rue de Stoneham, Jean-François Racine, publié le 16 mars 2015.

Le Guide (2015) Vitesse réduite à 30 km/h dans certains secteurs à Sutton, Ghyslain Forcier, publié le 25 mars 2015.

Marchau V., van Nes N., Walta L. and Morsink P. (2010) Enhancing speed management by in-car speed assistance systems, 9p.

Martel R. (2015) Communication personnelle.

Miller G. (2014) Autonomous Cars Will Require a Totally New Kind of Map, <http://www.wired.com/2014/12/nokia-here-autonomous-car-maps/>, consulté en janvier 2016.

Ministère de l'écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (2011) Rapport sur les activités et projets nationaux français – article 17-1 de la directive 2010/40/UE», Systèmes de transport intelligents, 2011, 37p.

Ministère des Transports du Québec (2002) Guide de détermination des limites de vitesse sur les chemins du réseau routier municipal, Bibliothèque nationale du Québec, 65p.

Ministère des Transports du Québec (2006) Guide d'utilisation du système de gestion des limites de vitesse. Inventaire et registre, 92p.

Ministère des Transports du Québec (2011) Plan ministériel de gestion environnementale des sels de voirie 2008-2009 – Bilan plan d'action 2008-2009, 14p.

Ministère des Transports du Québec (2014) Tome 1 – Conception routière. Collection normes ouvrages routiers.

Ministère des transports du Québec (2015) Gestion de la vitesse sur le réseau routier municipal en milieu urbain, 62p.

Morin E., P. Trudel, J.F. Bruneau et N. Saunier (2015) Stratégie d'expérimentation de systèmes d'adaptation intelligente de la vitesse et d'enregistreurs de données de vitesse – Revue de littérature, pour le compte du ministère des Transports du Québec, 54p.

Musicant O. (2007) Safety correlation and implications of an in-vehicle data recorder on driver behavior, 15p.

NCHRP (2012) Judicial Enforcement of Variable Speed Limits, 26p.

Nilsson G., (1981) The effects of speed limits on traffic accidents in Sweden. In: Proceedings, International symposium on the effects of speed limits on traffic crashes and fuel consumption, Dublin. OECD, Paris.

NTC Australia (2013) Cooperative Intelligent Transport Systems Final policy paper, National Transport Commission, 55p.

OCDE (2002) Lignes directrices régissant la protection de la vie privée et des flux transfrontières de données de caractère personnel, Paris, <http://www.oecdpublications.gfinb.com/cgibin/OECDBookShop.storefront/EN/product/932002012P1>

OCDE (2006) La gestion de la vitesse, 310p.

OECD/ECMT, 2006. Speed Management. OECD Publishing, Paris.

ODCE (2013) The OECD Privacy Framework, Working Party on Information Security and Privacy (WPISP), p. 40, http://www.oecd.org/sti/ieconomy/oecd_privacy_framework.pdf (consulté le 10 juin 2014)

Olson R., Hanowski R., Hickman J. and Bocanegra J. (2009) Driver Distraction in Commercial Vehicle Operations , 285p.

Opel, http://planer-motorshow.gmeuropearchive.info/shows/insignia/downloads/gm/be/pdf/08_FR_Eclairage_Opel_Eye.pdf (consulté en décembre 2014)

Paefgen J., Fleisch E., Ackermann L., Staake T., Best J. and Egli L. (2013) Telematics Strategy for Automobile insurers, University of St. Gallen, 31p.

Parlement européen (2006) Règlement N°561/2006 du parlement européen et du conseil du 15 mars 2006 relatif à l'harmonisation de certaines dispositions de

la législation sociale dans le domaine des transports par route, Journal officiel de l'Union européenne, 13p.

Persentech, <http://www.myottomobile.com/coverage.html#maps>, consulté en avril 2015.

Persson H., Towliat M., Almqvist S., Risser R. and Magdeburg M. (1993) Speed limiters for cars. A field study of driving speeds, driver behaviour, traffic conflicts and comments by drivers in town and city traffic. Lund, Sweden.

Phillips D., Kohm J. et K. (2012) Current and Emerging Transportation Technology : Final Nails in the Coffin of the Dying Right of Privacy», 18 Rich. J.L. & Tech. 1 2011-2012

Progressive (2012) Snapshot, 2012 Auto Insurance Symposium Charlotte, North Carolina, 30 slides.

Regan M. (2011) Distraction du conducteur : définition, mécanismes, effets et facteurs modérateurs , 19p.

Roetting M., Huang Y.-H., McDevitt J. and Melton D. (2003) When technology tells you how you drive - truck driver's attitudes towards feedback by technology, 13p.

Saad F. et Malaterre G. (1982) La Régulation de la Vitesse: Analyse des Aides au Contrôle de la Vitesse. Rapport interne, ONSER, France.

SAAQ (2004) Table de concertation sur la vitesse au volant, 166p.

SAAQ (2007) Étude sur les perceptions et comportements des automobilistes à l'égard de la courtoisie au volant et sur la notoriété de l'opération de sensibilisation à la courtoisie au volant, 47p.

SAAQ (2010) Les jeunes et la sécurité routière. Résultats des groupes de discussion tenus en novembre 2010 auprès de jeunes de 16 à 24 ans, 47p.

SAAQ (2014) Évaluation de la campagne vitesse 2014 « Parfois on n'a pas le choix de parler », 105p.

SAAQ,

http://www.saaq.gouv.qc.ca/securite_routiere/vehicules_technologies/vitesse/index.php (consulté en juillet 2014)

SAAQ (2015a) Attentes et satisfaction des Québécois en matière de sécurité routière, 65p.

SAAQ (2015b) Communication personnelle.

SAE - American standards (1989) Factors affecting accuracy of mechanically driven automotive speedometer-odometers, 6p.

Scassa T., Chamdler J. A. and Judge E. F. (2011) Privacy by the Wayside : The New Information Superhighway, Data Privacy and the Deployment of Intelligent Transportation Systems», 74 Sask. L. Rev. 117.

Schneider A. et al. (2006) Guidelines for the Practical Application of New Chain of Responsibility Provisions, Austroads, 41p.

Skoda, <http://fr.skoda.ch/models/hotspotdetail?HotspotName=C39+-+Reconnaissance+des+panneaux+de+signalisation+%5bA7%5d&Page=technology&WebID=1c5215fb-b2b0-46c8-91aa-bd0203b9f9fc> (consulté en décembre 2014)

SGI , <http://www.sqipilot.ca/> (consulté en juin 2015)

Tardif (2014) Les infractions et les sanctions reliées à la conduite d'un véhicule routier 2013-2014. Direction des études et des stratégies en sécurité routière, SAAQ, 195p.

Telematics Update (2014) Insurance Telematics Report 2014, 19p.

The Royal Society for Prevention of Accidents (2013) Road Safety and In-Vehicle Monitoring (Black Box) Technology, 47p.

Toledo T., Musicant O. and Lotan T. (2008) In-vehicle data recorders for monitoring and feedback on drivers' behavior, 12p.

Transports Canada (2007) Les avantages sur le plan environnemental des limiteurs de vitesse sur les camions utilisés au Canada, rapport final présenté par Ray Barton Associates Ltd. Ottawa (Ontario), 50p.

Transports Canada (2008) Apprendre des autres : Une enquête internationale sur les limiteurs de vitesse pour camions lourds, 53p.

Transports Canada (2008a) Répercussions des limiteurs de vitesse obligatoires à bord des camions sur la sécurité routière au Canada. Université de Waterloo, Bureau de recherche en génie, 110p.

Transports Canada (2008b) Évaluation commerciale et concurrentielle des limiteurs de vitesse prescrits pour les camions lourds exploités au Canada. Préparé par Ray Barton Associates, 66p.

Transports Canada (2010) Développer, employer et maintenir une architecture STI pour votre région. Version 1.0, 188p.

Transports Canada (2015) Systèmes de transport intelligents, <https://www.tc.gc.ca/fra/innovation/sti-menu.htm>, consulté en avril 2015.

Trudel P. (2012) Introduction à la Loi concernant le cadre juridique des technologies de l'information, Cowansville, Éditions Yvon Blais, p.90 et ss.

Victor T., Bärgrman J., Boda C.-N., Dozza M., Engström J., Flannagan C., Lee J. and Makkula G. (2014) Analysis of Naturalistic Driving Study Data : Safer Glances, Driver Inattention, and Crash Risk, 191p.

Ville de Montréal (2008) Plan de transport 2008 – Réinventer Montréal, 220p.

Waze, <https://wiki.waze.com/wiki/Canada?setlang=fr>, consulté en avril 2015.

Wolf J., Bachman W., Oliveira M., Auld J., Mohammadian A. and Zmud J. (2014) Applying GPS Data to Understand Travel Behavior - Guidelines, 57p.

ANNEXE : PROPOSITIONS DE PROJET PILOTE

Proposition 1: Plateforme cartographique des limites de vitesse et déploiement de SAIV chez des populations à risque

Problématique

La mise en place de systèmes de transport intelligents (STI) pour le respect de la vitesse légale comme les SAIV nécessite une base de données des limites de vitesse précise pour disposer d'une information crédible. Les expérimentations recensées dans la littérature ont montré que les utilisateurs sont d'autant plus enclins à désactiver les SAIV que ces systèmes sont imprécis et font des erreurs quant à la limite de vitesse en vigueur. D'autres systèmes visant à limiter les excès de vitesse auront également besoin d'une telle base de données sur le territoire du Québec, aussi bien pour les initiatives privées, telles que le montrent actuellement les compagnies d'assurances, que pour les initiatives publiques, dans le cadre des actions de répression comme le contrôle de vitesse par radars mobiles.

Malgré des décennies de campagnes et de mesures pour améliorer le bilan routier, certains groupes comme les jeunes ont un risque d'accident plus élevé que la population générale. De plus, on observe qu'un certain nombre de conducteurs a des comportements délinquants récidivistes. Pour ces populations, des mesures exceptionnelles comme l'antidémarrage éthylométrique ont été rendues obligatoires et d'autres comme le SAIV actif non-débrayable pourraient être envisagées.

Objectif(s)

Phase 1 : Évaluer les différentes sources de données de limite de vitesse, en premier lieu Adresse Québec (AQ) et le système de gestion des limites de vitesse (GLV) du MTQ, en terme de précision et couverture des réseaux sous responsabilité du MTQ et municipale.

Phase 2 : Évaluer l'impact du SAIV sur le comportement et la sécurité des conducteurs, leur acceptabilité selon leur mode d'opération (actif, différents modes types de signaux) et les différentes options à retenir selon le niveau de contrôle à exercer sur le conducteur.

Hypothèse(s)

Les sources disponibles (AQ et GLV) permettent de connaître en tout point du réseau la limite de vitesse pour le calcul d'itinéraire, mais leur utilisation pour des systèmes de transport intelligent en temps réel est limitée.

Le SAIV sous ses formes les plus contraignantes (actif, non-débrayable) peut aider à améliorer les comportements de vitesse à risque pour des durées déterminées, ou pour des secteurs spécifiques. Les SAIV ne sont pas seulement à envisager pour des déploiements massifs, mais aussi pour contribuer à l'apprentissage progressif de la conduite, ou pour des restrictions imposées à

certaines récidivistes, limitées dans le temps et/ou dans l'espace (zones urbaines, secteurs scolaires).

Méthode(s)

Phase 1 :

- Validation de la conversion du système de référence géographique RTSS (route, tronçon, section, sous-route) des données de limites de vitesse du GLV en système de référence géographique par points (coordonnées latitude, longitude). Actuellement les données de limite de vitesse sont disponibles par segment et non par point et dans certains cas, plusieurs limites de vitesse font partie d'un même segment.
- Choix d'une stratégie de conversion permettant de fusionner des données géographiques de différentes sources.
- Choix d'un échantillon de trajets sur le réseau du MTQ et de plusieurs municipalités, incluant des zones à 30 et 40 km/h pour comparer la précision du GLV, d'AQ et la réalité.

Phase 2 :

- Recruter des conducteurs des populations ciblées (jeunes, récidivistes, etc.) et des conducteurs d'un groupe de contrôle (groupe de référence). Le nombre dépendra du nombre de SAIV différents testés.
- Équiper des conducteurs de chaque groupe pour une durée à déterminer de SAIV avec différents types de configurations et comparer le comportement de conduite avec et sans SAIV sur des périodes significatives.

Résultats attendus

Phase 1 :

- Détermination des parties du réseau où la précision du GLV ou d'AQ sont suffisantes pour tout STI nécessitant la connaissance précise des limites de vitesse sur le réseau comme les SAIV.
- Proposition d'une architecture de données et de mise à jour pour la création et le maintien d'une base de données des limites de vitesse pour les STI en lien avec les limites de vitesse.
- Prototype de plateforme informatique avec un exemple de SAIV : les données pourraient être complètement publiques (données ouvertes) pour permettre le plus large développement d'applications à partir de ces données, ou restreintes à des partenaires et développeurs d'applications qui feraient des demandes d'accès au ministère (ou à l'entité qui gère les données).

Phase 2 :

- Mesurer l'impact des SAIV sur la conduite et le risque d'accident dans les différentes populations (conducteurs des groupes ciblés et du reste de la population par un effet « secondaire » de conducteurs respectant les limites de vitesse.

- Proposer des modèles innovants d'utilisation des SAIV plus limités pour traiter de façon ciblée certaines problématiques de la sécurité routière, par exemple pour tous les excès de vitesse ou seulement les très grands excès.

Proposition 2: Plateforme pour le diagnostic de sécurité routière en continu

Problématique

Évaluer la sécurité d'un site ou l'impact d'une mesure d'amélioration de la sécurité routière nécessite d'attendre plusieurs années pour disposer de quantités suffisantes de données d'accident de la route. Des mesures reposant sur l'observation directe des comportements des usagers de la route comme les conflits de trafic et les mesures substituts de la sécurité (*surrogate safety measures*) qui leurs sont associés ont été proposées depuis plusieurs années, mais restent coûteuses et difficiles à mettre en œuvre puisqu'elles reposent sur des observations manuelles ou partiellement automatisée par vidéo à chaque site d'intérêt. Les dispositifs distribués dans la population comme les enregistreurs de données de vitesse (EDV) et des trajets des usagers permettent d'observer une portion importante de la population sans interférer avec son comportement et de dériver des indicateurs de risque routier pour suivre en continu l'évolution du risque routier et pour évaluer rapidement des mesures d'amélioration.

Objectif(s)

Développer et tester une plateforme d'observation des comportements des conducteurs pour le diagnostic de la sécurité routière et des comportements des usagers en continu, permettant de mesurer rapidement l'impact de mesures d'amélioration du bilan routier.

Hypothèse(s)

Il y a un lien entre des indicateurs de sécurité qui reposent sur des observations de la circulation sans accident (mesures substituts de sécurité) et la sécurité (nombre et gravité attendus des accidents). Un exemple de lien (validé pour la technique des conflits de trafic Suédoise) est le suivant : si on observe N conflits sévères par jour à un carrefour, on peut s'attendre à $\alpha \times N$ accidents par an, où α est une constante pour la catégorie de carrefour (par exemple les carrefours à feux) et le milieu (urbain ou rural).

Si ce lien ne peut être validé, il reste important de pouvoir mesurer l'impact de mesures visant à modifier le comportement des usagers comme la modification des limites de vitesse (par exemple pour la fluidité et les impacts environnementaux).

Méthode(s)

- Équiper un ensemble de conducteurs volontaires de dispositifs de collecte de données (position, vitesse) comme avec une application pour téléphone intelligent « MonTrajet » à Québec, accéder à un ensemble de données de déplacements (par exemple dont disposent les compagnies proposant des programmes d'assurance télématique ou des gestionnaires de flotte comme Groupe Robert) ou provenant

d'études naturalistes comme les études aux É.-U. (Naturalistic Driving Study du projet SHRP2⁴⁸) ou au Canada⁴⁹.

- Développer et tester des mesures substituts de sécurité calculés à partir des données collectées (vitesse, accélération rapide, freinage et virage brusques).
- Valider les mesures substituts de sécurité avec des données d'accident.
- Limiter le nombre de participants et le volume de données collectées pour limiter les risques d'atteinte à la vie privée.

Résultats attendus

- Évaluer l'impact de mesures de sécurité routière comme les changements de limite de vitesse.
- Localiser les comportements délinquants, les comportements dangereux, les lieux, périodes et autres caractéristiques de ces comportements.
- Diagnostiquer des points noirs du réseau et les facteurs d'accidents liés aux véhicules, conducteurs, et aux aménagements.
- Valider les mesures substituts de sécurité avec des données d'accident.

⁴⁸ <https://insight.shrp2nds.us/>

⁴⁹ <http://www.canada-nds.net/>

Proposition 3: Projet pilote sur les véhicules autonomes (VA)

Problématique

La question concernant les véhicules autonomes (VA) n'est plus de déterminer s'ils fonctionnent, mais quand ils deviendront accessibles au grand public. Des éléments de conduite autonomes sont déjà disponibles dans plusieurs véhicules (stationnement parallèle, régulateur de vitesse intelligent, maintien automatique dans la voie) et des prototypes ont démontré la faisabilité de véhicules complètement autonomes dans la circulation. L'arrivée de véhicules complètement autonomes sur le marché est prévue dans les cinq prochaines années. Le potentiel d'amélioration de la sécurité routière est énorme, avec la perspective d'éliminer la plupart des accidents. Les impacts sur le système de transport et le reste de la société sont au moins aussi importants.

Objectif(s)

Évaluer les impacts des VA sur la sécurité routière selon leur taux de pénétration et les comportements des conducteurs dans des véhicules semi-autonomes existants sur le territoire québécois, en particulier dans des conditions hivernales.

Hypothèse(s)

Les véhicules autonomes vont éliminer la plupart des accidents de la route. Les fonctions semi-autonomes de véhicules existants diminuent le risque d'accident de leurs « conducteurs » lors de l'utilisation de ces fonctions et le reste du temps.

Méthode(s)

- Recrutement volontaire soit de conducteurs de véhicules semi-autonomes en important/obtenant des prototypes, soit de conducteurs avec des véhicules dotés de fonctions semi-autonomes (comme les Tesla, Infiniti Q50, Mercedes Classe S), et de conducteurs d'un groupe de contrôle (sans fonctionnalités autonomes). Ces véhicules seront équipés d'appareils de collecte de données comme pour les études naturalistes (EDV, caméras intérieures et extérieures, radars extérieurs, etc.). Suivi et analyse du comportement des conducteurs.
- Simulation de la circulation pour évaluer les impacts sur le système de transport selon le taux de pénétration et le degré d'automatisation des véhicules (et leur mode d'opération, partagé ou non) : pour cela, il faudra améliorer les modèles de simulation des usagers et des mécanismes d'erreur qui mènent à l'accident.

Résultats attendus

- Caractériser l'impact des VA sur la sécurité routière au Québec.
- Comprendre le comportement des conducteurs de fonctions semi-autonomes et évaluer leurs prises de risque éventuelles lors de l'utilisation de ces fonctions et en dehors.

- Déterminer l'état de la technologie et sa maturité, dans le cadre des systèmes d'aide à la conduite actuels, et le déploiement des systèmes semi-autonomes puis autonomes à venir.