

29<sup>e</sup> édition des Entretiens du Centre Jacques-Cartier

# **FACTEURS HUMAINS, TECHNOLOGIES EMBARQUÉES ET NUMÉRIQUES :**

## **QUEL RÔLE POUR LES POLITIQUES DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE ?**

22 et 23 novembre 2016

Amphithéâtre du Cerema, Cité des Mobilités, Bron

# **ACTES**

Plus d'informations sur  
[www.centrejacquescartier.com](http://www.centrejacquescartier.com)

# Préambule

## Les Entretiens du Centre Jacques Cartier

La conférence « Facteurs humains, technologies embarquées et numériques : quel rôle pour les politiques de sécurité routière » des 29èmes Entretiens du Centre Jacques Cartier a rassemblé les principaux experts du monde francophone les 22 et 23 novembre 2016 à Lyon, France. Sont intervenus des représentants gouvernementaux, d'organisations internationales et d'administrations publiques, des chercheurs, des universitaires, des membres d'associations internationales et d'autres experts.

## Méthode de lecture des actes du colloque, validés par les intervenants

Chaque intervention est synthétisée dans une page A4 et les sous-titres en gras permettent une lecture rapide. Le Comité organisateur tient à mentionner l'excellence du travail de synthèse de ces actes rédigés par Benoît BEROU, dirigeant de Mobiped, Société en mobilité durable pour tous. Le Comité remercie particulièrement Benoît HIRON (CEREMA, France), Yvan CASTEELS (Agence wallonne pour la Sécurité routière, Belgique), Joël VALMAIN (Délégation Interministérielle à la sécurité routière, France) et Mme Marie Claude OUIMET (Responsable du Réseau de recherche sur la sécurité routière, Université de Sherbrooke, Québec).

## Comité scientifique

-  **François BELLAVANCE** : Directeur du Réseau de Recherche en Sécurité Routière (RRSR), Professeur titulaire, HEC Montréal
-  **Yvan CASTEELS**: Directeur du département Statistiques, analyses et recherches, Agence wallonne pour la Sécurité routière (AWSR), Namur, Belgique.
-  **Patricia COURANGE** : Responsable de la cellule Sécurité routière, Direction Sécurité routière, Bruxelles Mobilité, Service public régional de Bruxelles, Belgique.
-  **Dominique MIGNOT** : Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.
-  **Marie Claude OUIMET** : Réseau de Recherche en Sécurité Routière (RRSR), Université de Sherbrooke, Québec
-  **Hélène TATTEGRAIN** : Directrice du laboratoire d'ergonomie et de sciences cognitives pour les transports, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.
-  **Lyne VEZINA**: Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec.

## Comité organisateur

-  **François BELLAVANCE** : Directeur du Réseau de Recherche en Sécurité Routière (RRSR), Professeur titulaire, HEC Montréal
-  **Virginie ETIENNE** : Ingénieur de recherche, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.
-  **Jean-Paul GAILLY** : Directeur général, Bruxelles Mobilité, Service public régional de Bruxelles, Belgique.
-  **Benoît HIRON** : Chef du groupe "Sécurité des usagers et déplacements " au Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema), Lyon, France.
-  **Joël VALMAIN** : Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France.

- Programme : <http://securite-routiere.gouv.fr/la-securite-routiere/les-actualites/colloque-sur-les-aines-et-la-securite-routiere-les-26-et-27-novembre-2013-a-lyon><http://www.centrejacquescartier.com/wp-content/uploads/2014/03/Programme-coll-16-17-juin.pdf>  
[http://www.centrejacquescartier.com/fileadmin/user\\_upload/ejc2016-programme-web.pdf](http://www.centrejacquescartier.com/fileadmin/user_upload/ejc2016-programme-web.pdf)
- Présentations : [http://www.territoires-ville.cerema.fr/spip.php?page=affiche\\_article\\_agenda&id\\_article=2208&id\\_rubrique=70#calendrier](http://www.territoires-ville.cerema.fr/spip.php?page=affiche_article_agenda&id_article=2208&id_rubrique=70#calendrier)
- Entretiens Jacques Cartier : <http://www.centrejacquescartier.com/> <http://www.centrejacquescartier.com/les-entretiens/>

# Table des matières

<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>3</b>
<b>OUVERTURE DU COLLOQUE</b> .....	<b>4</b>
<b>MARDI 22 NOVEMBRE 2016</b> .....	<b>4</b>
<b>OUVERTURE DES DÉBATS</b> .....	<b>5</b>
Le point de vue de l'ONU .....	5
Le point de vue de la France .....	6
Le point de vue du Québec .....	7
Le point de vue de la Belgique .....	8
<b>SESSION 1 – ÉTAT DES LIEUX INTERNATIONAL</b> .....	<b>9</b>
Le point de vue de la Commission Européenne .....	10
État des lieux international et réglementaire .....	11
Infrastructures de 1ère génération : Défis pour la mobilité et la sécurité routière dans la région congestionnée de DAKAR .....	12
La vision de l'ONU – WP1 .....	13
Session de questions et réponses .....	14
<b>SESSION 2 – TRAFIC, NUMÉRIQUE ET SÉCURITÉ ROUTIÈRE ?</b> .....	<b>15</b>
L'intelligence artificielle, l'internet des objets ... Des révolutions pour la mobilité de demain .....	16
Simulation de la mobilité autonome sur demande .....	17
Session de questions et réponses .....	18
<b>TABLE RONDE : INÉGALITÉS D'ACCÈS AUX TECHNOLOGIES EMBARQUÉES</b> .....	<b>21</b>
Session de questions et réponses .....	21
<b>MERCREDI 23 NOVEMBRE 2016</b> .....	<b>29</b>
<b>SESSION 3 : LIENS VÉHICULES-VÉHICULES, VÉHICULES-INFRASTRUCTURES : QUELS VERRONS ?</b> .....	<b>29</b>
La mobilité numérique au service de la sécurité routière .....	30
Déploiement à grande échelle de véhicules autonomes : la route à parcourir est encore longue .....	31
Les enregistreurs embarqués dans les véhicules : de leurs présences à leurs usages en sécurité routière .....	32
Session de questions et réponses .....	33
<b>SESSION 4 : ADAS, VÉHICULE AUTONOME : ACCESSIBILITÉ ET USAGES</b> .....	<b>36</b>
Conception virtuelle centrée sur l'humain des ADAS du futur .....	37
Quelles technologies embarquées pour la mesure et le contrôle de la vitesse ? .....	38
Les enregistreurs embarqués dans les véhicules : de leurs présences à leurs usages en sécurité routière .....	39
Session de questions et réponses .....	40
<b>SESSION 5 : VÉHICULES AUTONOMES, SÉCURITÉ ROUTIÈRE ET RESPONSABILITÉ JURIDIQUE</b> .....	<b>42</b>
Véhicules communicants, délégation de la conduite et responsabilités juridiques .....	43
Les véhicules autonomes : rôles et responsabilités du conducteur .....	44
Session de questions et réponses .....	45
<b>COMMUNICATIONS AFFICHÉES – REMISE DU PRIX</b> .....	<b>48</b>
<b>DISCOURS DE CLÔTURE</b> .....	<b>64</b>

# Mardi 22 novembre 2016

## Ouverture du colloque



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

Le colloque sur la Sécurité Routière se déroule dans le cadre des Entretiens Jacques Cartiers depuis une dizaine d'années. Il rassemble des chercheurs, des institutionnels, des associations pour discuter d'un sujet et ainsi alimenter les réflexions des futures politiques publiques.

Depuis 2010, ce colloque a pris un accent francophone au sens large avec une participation accrue de la Belgique et de la participation de collègues francophones africains. Le lien entre la sécurité routière et la francophonie se développe avec un projet de résolution sur la sécurité routière lors du sommet international de la francophonie à Antananarivo à Madagascar.

M. VALMAIN remercie les participants et notamment les intervenants qui ouvriront les débats.



Marie Claude OUMET



Réseau de Recherche en Sécurité Routière (RRSR), Université de Sherbrooke, Québec

Mme OUMET est la nouvelle directrice du réseau Québécois de sécurité routière. Elle remplace ainsi François BELLAVANCE qui a œuvré pendant de nombreuses années à l'organisation de ce colloque.

Ce réseau vise notamment à développer la capacité de recherche, la qualité et la quantité des connaissances dans la sécurité routière et des innovations en la matière. Il vise à encourager l'interactivité entre les chercheurs nationaux et internationaux.

Mme OUMET partage son plaisir à participer à ce colloque sur la Sécurité Routière lors des 29<sup>ème</sup> Entretiens Jacques Cartier. Quatre intervenants d'Amérique du Nord interviennent pendant ce colloque :

- Denis GINGRAS : Professeur titulaire à l'université de Sherbrooke.
- Nicolas SAUNIER : Professeur agrégé à Polytechnique de Montréal, d'origine française.
- Carlos LIMA DE AZEVEDO : Chercheur au Massachusetts Institute of Technology
- Lyne VEZINA : Directrice de recherche et du développement en sécurité routière, à la Société de l'Assurance Automobile au Québec, également représentante de la Fédération Internationale de l'Automobile.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.

M. MIGNOT remercie les 80 – 85 inscrits et les organisateurs et rappelle que ce colloque est précédé la veille par un séminaire technique uniquement entre chercheurs.

Les thématiques du colloque changent d'année en année. Pour l'édition 2016, les premières réflexions tournaient autour de l'automatisation des véhicules. Mais le peu de résultats de travaux de recherche sur cette thématique ont invité les organisateurs à changer d'approche autour des facteurs humains, des technologies embarquées et aides à la conduite tout en ayant en arrière-pensée le véhicule autonome.

## Ouverture des débats

### Le point de vue de l'ONU



Jean TODT



Envoyé spécial mondial du SG/ONU pour la sécurité routière, Président de la Fédération Internationale Automobile, France, 

M. TODT remercie les officiels, les organisateurs et les participants.

#### La Fédération Internationale de l'Automobile (FIA), partenaire des pouvoirs publics

La FIA représente plus de 100 millions d'automobilistes répartis sur 140 pays. Son objectif est de promouvoir les sports automobiles ainsi qu'une mobilité sûre, durable et accessible à tous les usagers de la route à travers le monde. Elle travaille étroitement avec les pouvoirs publics. Pour la FIA, la connectivité est un outil destiné à aider les usagers de la route pour leur permettre d'optimiser leurs trajets, de communiquer sans dangers depuis les véhicules, d'être mieux informés pour anticiper les dangers et de profiter de nouveaux services à vocation touristique.

#### La révolution numérique rend la voiture autonome inéluctable

L'industrie automobile est bouleversée par les progrès spectaculaires effectués dans le digital et les télécommunications. D'ici à 2020, plus de 250 millions de véhicules connectés seront en circulation. À ce titre, la révolution du véhicule autonome est en marche et son arrivée inéluctable. La question est de savoir quand !

#### Le véhicule autonome est une opportunité pour la sécurité routière

L'erreur humaine est à l'origine de 90 % des accidents de la route. Et comme les véhicules autonomes ne connaissent pas l'inattention, le déficit de formation ou l'emprise des effets de l'alcool, des centaines de milliers de vies pourraient alors être épargnées. M. TODT considère que ces technologies devraient être généralisées sur tous les territoires, notamment les pays défavorisés qui sont les plus touchés par l'insécurité routière, au risque de continuer à créer des écarts entre les pays. De plus, ils permettront de réduire la congestion donc d'aller plus vite. Toutefois, leur développement dans les pays défavorisés ne fera pas du jour au lendemain. La priorité est de déployer des technologies existantes comme l'ESP.

#### Les trois enjeux de la transition vers la mobilité connectée et automatisée

1. Une fiabilité à tout épreuve : Pour garantir une fiabilité optimale de sécurité dans un réseau routier très complexe avec de nombreuses situations et conditions de circulations, des études préalables et de longs essais en circulation seront indispensables. Les rares erreurs impacteront la confiance des utilisateurs.
2. Des automobilistes rassurés : Au-delà des aspects techniques, la confiance des automobilistes conducteurs/usagers dans ces nouvelles solutions numériques concernera également l'usage des données et la protection de la vie privée. La FIA a ainsi réalisé une enquête auprès de citoyens de 12 pays européens sur la sécurisation des données liées à l'usage d'un véhicule autonome. 90 % des automobilistes considèrent que les données utilisées ou produites par les véhicules connectés devraient appartenir au propriétaire ou au conducteur. Et 95 % souhaitent un cadre législatif sur la protection des données.
3. Un cadre juridique clarifié sur les responsabilités : Actuellement, la réglementation du transport routier ne tient pas compte des interactions complexes entre les usagers, les véhicules et les infrastructures routières. L'UNECE travaille actuellement sur l'élaboration de législations internationales sur l'écosystème de la mobilité automatisée afin d'équilibrer les intérêts des automobilistes, des constructeurs et des acteurs publics.

#### La lutte contre l'insécurité routière n'attend pas ces technologies

En tant qu'Envoyé spécial du Secrétaire Général des Nations-Unies, M. TODT invite tous les organisations en lien avec la mobilité à continuer leur engagement pour réduire le nombre de victimes sur la routes, sans attendre ces nouvelles technologies.

## Le point de vue de la France



Emmanuel BARBE



Délégué interministériel à la sécurité routière, France 

M. BARBE remercie l'ensemble des intervenants, et particulièrement l'engagement de M. TODT pour la sécurité routière et pour ses collaborations fructueuses. Il souligne la pertinence de se réunir à la Cité des Mobilités où sont basés l'IFSTTAR et le CEREMA et de confronter/partager des idées entre différents pays au sein de la communauté francophone. Passionné de numérique, la thématique intéresse particulièrement M. BARBE. Il souhaite qu'elle soit également abordée sous l'angle de l'éthique, de la philosophie et de la morale.

### La sécurité routière, une politique publique de santé publique, mais avec moins d'effectifs

L'objectif de la sécurité routière est de préserver la vie et de préserver de la souffrance et des préjudices générés par la violence routière. Plus qu'une politique de sécurité, la sécurité routière est donc une politique de santé publique. Mais dans un contexte de lutte contre le terrorisme, les forces de polices sont réaffectées et les ressources humaines disponibles pour la sécurité routière diminuent.

### Le numérique offre de formidables opportunités pour la sécurité routière

Une des conclusions du Comité interministériel à la sécurité routière d'octobre 2016 a été d'intégrer le numérique dans la politique de sécurité routière pour accompagner les actions de prévention et de répression telles que :

- Bâtir une base de données nationale des limitations de vitesses pour pallier aux quelques erreurs fournies par les GPS et aux incompréhensions des automobilistes sur certains tronçons de route.
- Créer un fichier des véhicules assurés lié à celui des véhicules pour détecter à partir de la plaque d'immatriculation un propriétaire qui n'aurait plus le permis ou dont le véhicule n'aurait pas passé le contrôle technique.
- Permettre le constat d'infractions à distance. Des entreprises privées conduisent des voitures-radars. Les agents assermentés du centre d'infraction de Rennes valident les clichés photographiques.
- Instaurer une relation marketing avec les nouveaux titulaires du permis de conduire qui, pour connaître les résultats d'accès de leur examen au code de la route, doivent accepter les cookies du site Internet.
- Développer d'autres indicateurs que ceux actuellement utilisés, à savoir le nombre de morts par millions d'habitants et le nombre de kilomètres parcourus calculé à partir des données de consommation d'essence. Grâce au big data et notamment aux données issues des fabricants de GPS, les données seront plus fines aux niveaux spatial (tronçon de route, région, pays) et temporel (heure, jour, saison, climat) permettant de mieux estimer l'exposition au risque et de cibler les efforts des forces de l'ordre.
- Exploiter le Data Management Platform pour transmettre des messages ciblés par catégories de population selon les caractéristiques des individus et/ou de leurs habitudes spatio-temporelles de mobilité.

### Le numérique est aussi un biais réel pour lutter contre l'insécurité routière

Mais le numérique est aussi un frein à la sécurité routière. D'une part, le smartphone « intelligent » peut potentiellement rendre les gens stupides et dépendants, générant des stratégies étonnantes comme la conduite avec le téléphone sur les genoux. D'autre part, des applications comme Waze ou Coyotte permettent d'éviter les contrôles de police. Cela contraint la recherche de conducteurs à risque, sous-addictions ou de terroristes comme ceux responsables de la tuerie de Charlie Hebdo en janvier 2015.

### Le véhicule autonome apporte des solutions, mais crée de nouveaux problèmes

Si le véhicule autonome aura résolu de nombreux problèmes d'ici 20 à 30 ans, d'autres problèmes apparaissent :

- Les pilotes d'avion expliquent que la phase la plus délicate du pilotage est le passage du pilotage automatique au pilotage manuel. Or, c'est la configuration du modèle progressif du véhicule autonome. Actuellement, les essais ne sont réalisés que par des pilotes très expérimentés. Qu'en sera-t-il pour un jeune titulaire du permis de conduire ?
- L'algorithme ouvre de nombreux débats : qui décide de l'algorithme ? Qui est responsable ? Qui et comment est prise la décision entre deux mauvaises solutions : acte héroïque du conducteur ou sacrifice d'autres vies ?

## Le point de vue du Québec



Lyne VÉZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec.

### Une thématique transverse aux thématiques des années précédentes

L'édition 2016 permet de parcourir l'ensemble des thématiques abordées depuis la création de ce colloque sur la sécurité routière en 2006 : les comportements et logiques de décision, les jeunes, les aînés, les distractions, les infrastructures, l'environnement socio-économique et les véhicules.

### De la protection des occupants à l'élimination des collisions via les technologies embarquées

Historiquement orientée vers des véhicules protégeant les occupants, la lutte contre l'insécurité routière s'oriente désormais vers l'évitement, voire l'élimination des collisions grâce aux technologies embarquées : système ABS (désormais obligatoire dans les véhicules neufs au Canada), avertisseur d'angles morts, régulateur de vitesse dynamique, détecteur prédictif de collision frontale, détection de sortie de voie, caméra de recul (obligatoire à partir de 2018 aux États-Unis et au Canada), freinage automatique d'urgence (2022 sur tous les véhicules). La prochaine étape est le véhicule partiellement autonome puis totalement autonome.

### Le véhicule autonome génère un changement de paradigme des pratiques actuelles

En Amérique du Nord, l'automobile s'est construite autour de la représentation sociale de possédant d'un véhicule. Si les millénaires sont attirés par l'économie du partage, ce phénomène se généralisera-t-il à toute la population ? Et que dire du plaisir même de conduire ? 69 % des Canadiens aiment conduire, notamment les hommes, les personnes les plus âgées et les personnes qui conduisent.

### Une perception du véhicule autonome différente selon les catégories d'usagers

- Le Traffic Injury Research Foundation a réalisé en 2016 un sondage auprès de la population canadienne. Un des arguments en faveur du véhicule autonome est de faciliter l'autonomie des personnes âgées en milieu rural. Mais les aînés sont plus réfractaires à la technologie et assimilent le véhicule autonome à une source de stress. De plus, 16 % des Canadiens croient qu'ils n'auront plus besoin d'être attentif à la route, avec une proportion plus élevée chez les conducteurs qui effectuent beaucoup de kilomètres. Par contre, les jeunes conducteurs mâles, qui sont un groupe à risque en matière de sécurité routière, ont une plus grande acceptabilité.
- La London School of Economics a réalisé une étude auprès de 12 000 répondants de 11 pays européens. Le degré d'acceptation augmente avec l'expérience d'utilisation de fonctions assistées. Si les véhicules autonomes apportent une perception de plus grande sécurité, seulement 26 % se disent confortables avec l'utilisation d'un véhicule autonome et 73 % craignent un mauvais fonctionnement.
- Une autre étude prédit également une certaine agressivité des non usagers de véhicules autonomes liée au partage de l'espace public avec des véhicules autonomes.

### La formation devra inéluctablement évoluer

Pour que les conducteurs s'adaptent à ces nouvelles technologies, les programmes de formation devront permettre d'acquérir de nouvelles compétences pour interagir avec les fonctions assistées, passer du pilotage automatique à manuel, demeurer attentif à ce qui se passe sur la route ou cohabiter avec la présence d'autres véhicules autonomes.

### Autre thématique à anticiper

Au-delà des thématiques précitées, d'autres questions restent en suspens : fiabilité des systèmes, résistance au piratage informatique, capacité de réaction en situation d'urgence, impact réel sur la congestion routière et sur l'optimisation du stationnement.

## Le point de vue de la Belgique



Laurence LEROY



Directrice Sécurité Routière à Bruxelles Mobilité, Bruxelles, Belgique 

Mme LEROY est ravi de contribuer à cette coopération internationale et souhaite qu'elle perdure.

### Quelques éléments de contexte en Belgique

- En 2010, il y avait 840 tués sur les routes belges et l'objectif à horizon 2020 a été fixé à 420 tués. Mais force est de constater que l'objectif est loin d'être atteint avec 732 morts en 2015. La grande majorité des accidents de la route est issue de facteurs humains : vitesse, conduite sous influence, distraction, absence de ceinture.
- La congestion augmente à Bruxelles Capitale avec une augmentation du nombre de véhicules/kilomètres générant des conséquences économiques, environnementales et sur la qualité de vie.
- En Région de Bruxelles, le transport est à l'origine de 19 % des émissions de CO2 et de nombreuses particules fines avec les impacts connus : maladie cardiovasculaires et respiratoires, réduction de l'espérance de vie.
- De nombreux investissements routiers issus du XXème siècle posent des problèmes de maintenance, de financement et d'allocation des fonds publics dans une démarche de mobilité durable.
- La CEE-ONU a étendu le principe de l'article 8 du paragraphe 5 de la convention de Vienne aux véhicules autonomes et à l'usage de systèmes embarqués. Tout conducteur doit constamment avoir le contrôle de son véhicule. Cela signifie que la volonté du conducteur est toujours prépondérante.

### La sécurité routière en Belgique à l'interface entre les infrastructures et la mobilité

Historiquement, les Régions belges ont la compétence des infrastructures. Et depuis 2014, elles ont désormais les compétences sur la sensibilisation à l'éducation, l'apprentissage à la conduite, l'homologation et le contrôle technique des véhicules, le transport routier et certains articles du code de la route dont la vitesse. Ainsi, une certaine cohérence a été trouvée car la sécurité routière est à l'interface de toutes ces compétences. Le rôle des pouvoirs publics est d'assurer l'autonomie, et en toute sécurité, des déplacements multimodaux et intermodaux de leurs citoyens, quel que soit leur état de santé, leur âge, leur zone d'habitat et leur niveau de vie, sans laisser les opérateurs géants déterminer le futur des citoyens.

### Le véhicule autonome pose de nombreuses questions aux pouvoirs publics

Le véhicule autonome apporte beaucoup de promesses mais également de nombreuses questions.

- Sécurité routière : Les technologies embarquées, qui permettent de pallier à l'absence de réactions humaines mais également de distraire les automobilistes, suffisent-elle à garantir la sécurité routière ? Les campagnes de sensibilisation actuellement diffusées seront-elles toujours d'actualité ? Comment adapter la formation ?
- Réglementation : Comment définir la réglementation sachant que le temps réglementaire est souvent en retard par rapport aux avancées technologies des constructeurs ? Quelles seront précisément les conditions de construction, de montage et d'utilisation et de contrôle des technologies embarquées ?
- Informatique : Alors que l'usage d'applications de type Waze peut être effectué sous des pseudonymes, l'usage des véhicules nécessitera une identification. Seront ainsi collectées des données sur le style de conduite, le risque d'accident potentiel, la consommation de carburant ou la géolocalisation. Comment sera protégée la vie privée avec des données qui intéresseront les industriels, les assurances et d'autres acteurs ? De plus, quelles garanties face au piratage informatique, dont certaines vidéos en ligne démontrent les possibilités ?
- Infrastructures : Les collectivités devront-elles assumer le coût d'intégration des technologies dans les infrastructures pour baliser les trajectoires, informer des dangers, réguler les vitesses et les distances de sécurité ? Comment gérer les véhicules interconnectés dans des zones non couvertes par les réseaux de télécommunication ?
- Stationnement : Quelles sont les perspectives d'optimisation des places de stationnement, y compris privées ?
- Éthique : Quel sera le degré de liberté de prise de décision de l'humain face à la machine pour choisir un itinéraire ? Ou choisir la moins mauvaise solution en cas de collision avec des humains ou des biens matériels ?
- Environnement : Quel sera l'impact réel d'optimisation de gestion de l'énergie et de régulation des flux ?

## Session 1 – État des lieux international

### MODÉRATEUR



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France 



Marie Claude OUMET



Réseau de Recherche en Sécurité Routière (RRSR), Université de Sherbrooke, Québec 

### INTERVENANTS



Maria ALFAYATE, DG MOVE, Commission européenne



François GUICHARD, CEE-ONU



Ndeye Awa SARR, Présidente de Laser International, Dakar



Joël VALMAIN, Délégation interministérielle à la sécurité routière

# Le point de vue de la Commission Européenne



Maria ALFAYATE



Responsable de politiques, Unité C3 « Systèmes de transports intelligents », DG MOVE, Commission Européenne

## Le véhicule autonome, nouvel espoir de la politique européenne de sécurité routière

En 2010, l'objectif était de réduire de 50 % le nombre de tués sur les routes à l'horizon 2020. Si la tendance générale est clairement à la baisse, le nombre de tués stagne légèrement depuis 2013. Le véhicule autonome représente alors une source d'espoir pour contribuer à la réduction du nombre de décès.

## La plateforme C-ITS pour donner un cadre aux véhicules connectés, coopératifs et autonomes

En novembre 2014, la phase 1 de la plateforme C-ITS (Connected – Intelligent Transport System) s'est organisée autour de groupes de travail sur les coûts/bénéfices, l'analyse de cas, la liste des problèmes réglementaires, la gouvernance et la protection de la vie privée, la sécurité et les certifications, les problèmes techniques, la standardisation, l'acceptation par le grand public, les problèmes d'implantation et la coopération internationale. Cette démarche pose les bases d'un déploiement du véhicule connecté à long terme (cf. schéma). Une feuille route a alors été établie. Tout d'abord, une liste des services prêts pour le déploiement de ces véhicules le jour 1 et le jour 1'5 est établie : notification de situations perturbées, information sur des travaux sur la route, affichage numérique dans et hors du véhicule, indication d'embouteillage devant, information des conditions météo, protection des usagers vulnérables (piétons et cyclistes), etc. Ensuite, il est nécessaire d'avoir une vision commune sur une cyber-sécurité de confiance, l'évaluation des coûts et bénéfices, les principes d'accès aux données du véhicule, la protection des données et de la vie privée. Certaines problématiques d'implantation ont été identifiées telles les interfaces homme – machine, la gestion des utilisateurs non-connectés, la formation et les changements de comportements induits par ces nouvelles technologies.

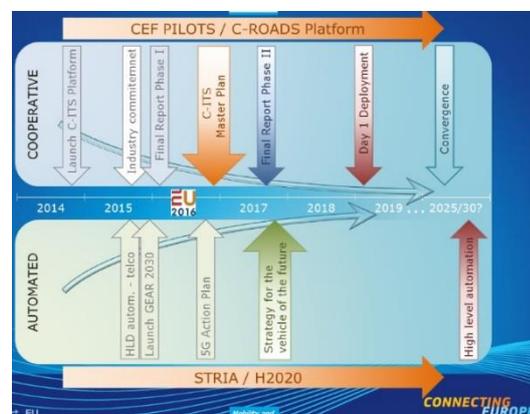


Figure 1 : Feuille de route de l'UE sur le véhicule autonome

## Un besoin pressant de formaliser une stratégie au niveau européen

Les industriels ont des technologies qui devraient être prêtes pour 2019. Un cadre doit rapidement être établi pour maximiser les bénéfices. Il est alors nécessaire de permettre l'interopérabilité entre les véhicules et l'infrastructure, et entre véhicules des marques différents et à travers l'Europe, d'avoir une vision du déploiement des technologies coopératives chez l'ensemble des parties prenantes, d'établir une stratégie européenne via le C-ITS Masterplan.

## L'automatisation questionne des fondamentaux de la sécurité routière

La phase 2 de la plateforme C-ITS approfondit ces problématiques, anticipe les évolutions en sécurité routière et les implications entre les véhicules et l'infrastructure : Comment les « conducteurs » interagiront avec leur véhicule autonome sachant qu'ils devront être prêts à reprendre le volant ? Comment les autres usagers cohabiteront avec des véhicules autonomes et souhaitent-ils être informés de la proximité d'un véhicule autonome ? Le code de la route sera-t-il codé dans le véhicule autonome et sera-t-il contraint d'évoluer ? Quelle évolution des pratiques de mobilité ?

## En parallèle de C-ITS sur les véhicules coopératifs, GEAR 2030 se focalise sur l'automatisation

D'autre part, la Commission Européenne accompagne l'automatisation au sein de l'initiative GEAR 2030 avec un focus sur la réglementation, le financement et la compétitivité. Le véhicule autonome y a toute sa place. Par exemple, la répartition des tâches entre le véhicule et l'individu doit être clarifiée au sein de l'UN-ECE. Le conducteur doit être conscient des limites du système et le véhicule autonome doit s'assurer que le conducteur est prêt à reprendre le contrôle au besoin. Au sein du WP1 (UN-ECE), les systèmes d'assistance à la conduite et de conduite partiellement automatisée seraient compatibles avec les Conventions de Vienne et de Genève. Ces systèmes seraient classés au niveau 4 SAE tant que le conducteur est présent et dédié à la tâche de conduite comme requis par ces conventions.

## État des lieux international et réglementaire



François GUICHARD



Ingénieur et Economiste, Secrétaire du Groupe de Rapporteurs en matière de Roulement et de Freinage (GRRF/WP29), Sécurité active des véhicules, CEE-ONU

### Le véhicule autonome, un sujet tendance qui nourrit espoirs et incertitudes en sécurité routière

Médias, politiques et industriels vendent du rêve autour du véhicule autonome : réduction de la pollution, élimination de la congestion, espaces urbains plus agréables, problème de stationnement résolu, temps de conduite transformé en temps productif, réduction de 90 % des 1,2 millions de morts annuels dans le monde liés aux facteurs humains. Mais a contrario, des incertitudes pèsent sur la gestion des cyber-menaces et de la protection des données, sur les dispositifs d'homologation, sur le taux de pénétration dans le marché avec des véhicules d'un âge médian supérieur à 10 ans, sur l'équilibre triparti client/industriel/assurance et sur les erreurs humaines qui peuvent également intervenir lors de la conception/programmation des véhicules autonomes.

### Vers une évolution progressive de l'automatisation permettant l'apparition de produits dérivés

- 90' => 2003 : Le véhicule autonome est confiné à la télématique et aux Systèmes de Transports Intelligents.
- 2005 : Le règlement ONU No. 79 interdit les systèmes permettant à un véhicule de rouler à plus de 10 km/h
- 2009 : Révolution avec le lancement de la Google Car par un acteur du numérique. Le véhicule autonome n'a pas besoin de connectivité liée à l'infrastructure. Il est autonome en utilisant ses radars et capteurs à bords.
- 2016 : A priori, le véhicule autonome se développera pas à pas, plutôt que d'être autonome comme laissait l'imaginer la Google Car. Le secteur automobile est en passe d'atteindre les niveaux 3 et 4 d'automatisation des véhicules. Par ailleurs, ces recherches/développements contribuent à l'apparition de produits dérivés en termes de sécurité, comme l'AEB (freinage autonome d'urgence), l'ESF (pour éviter la collision), système de parage télécommandé, l'aide au maintien dans la voie ou les commandes automatiques de direction.

### Évolution du cadre réglementaire de la sécurité routière à l'international au sein du WP 29

Pour faire face à cette réalité industrielle, un cadre réglementaire en termes de sécurité routière au niveau international est nécessaire. Depuis 70 ans, l'ONU-CEE (UN-ECE en anglais) a accompagné les 58 Conventions et Accords multilatéraux internationaux pour rendre le système de transport plus harmonieux, plus sécurisé, plus sûr et plus écologique. De nombreuses thématiques sont traitées, notamment la question du véhicule au sein du groupe de travail WP 29. Les Accords de 1958 et de 1998 ont défini des prescriptions/règlements techniques et/ou administratifs au niveau international sur la sécurité active, passive, générale des véhicules et de leurs performances énergétiques et environnementales. En 2014, au moment de l'adoption d'un amendement à la Convention de Vienne, le WP 29 a initié des travaux sur le niveau 2 d'automatisation au sein du groupe « ITS/AD. En novembre 2016 ont débuté les travaux sur la cyber-sécurité et la protection des données en vue d'anticiper les niveaux 3 et 4 de l'automatisation. Le premier set réglementaire devrait être adopté en mars 2017 et le deuxième en septembre 2017.

© Google, SXSW

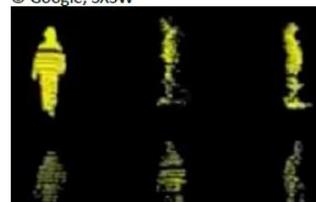


Figure 2 : Que voit la Google Car ?

### Les choix éthiques du véhicule autonome entre deux mauvaises solutions – un faux débat ?

M. GUICHARD questionne le débat actuel sur l'éthique du véhicule autonome lorsqu'il doit choisir la moins pire solution en cas de collision potentiellement mortelle pour les occupants du véhicule et diverses catégories d'usagers de la route. Lorsqu'un être humain passe le permis, il lui est demandé de maîtriser sa vitesse. Or il faudrait apprendre au véhicule autonome à tuer « correctement », allant ainsi à l'encontre d'une démarche de sécurité routière. M. Guichard suggère d'exiger que les véhicules évitent ces situations. Aujourd'hui, le système de reconnaissance de Google Car, le plus avancé, ne permet pas d'identifier les caractéristiques sociologiques des êtres humains. Il lui est alors difficile d'identifier la personne. De plus, pour qu'un système détecte ces caractéristiques, un certain nombre de verrous réglementaires (ex : protection des données) et éthiques devraient sauter. M. GUICHARD considère que la voiture automatisée a une pertinence en termes de sécurité routière car elle a des capacités d'analyses simultanées et d'exécutions de plusieurs tâches que l'être humain ne possède pas.

## **Infrastructures de 1ère génération : Défis pour la mobilité et la sécurité routière dans la région congestionnée de DAKAR**



Ndeye Awa SARR



Présidente de Laser International, Dakar, Sénégal 

### **Le Sénégal, un exemple des problématiques rencontrées dans les pays en développement**

Les pays en développement se caractérisent par une urbanisation et une motorisation galopantes très peu maîtrisées. Et si le volume des infrastructures routières est similaire à celui des pays développés, 90 % des pertes humaines liées à la route concernent les pays en développement. À titre de comparaison, le risque d'accident est de 21,2 sur 1 000 véhicules au Sénégal contre 1,8 au Danemark.

Au Sénégal, il y a environ 500 morts par an sur les routes pour 12 millions d'habitants, chiffre sous-estimé à cause des accidents non déclarés et non constatés. L'insécurité routière est la première cause de décès chez les 15-19 ans et la deuxième chez les 10-14 et les 20-24 ans. Les 2 600 véhicules à traction humaine ou animale sont des usagers clairement vulnérables. Son poids économique pèse 100 milliards de Francs CFA, soit 152 millions d'euros.

### **Dakar, une capitale congestionnée située sur une presqu'île et à l'urbanisme déséquilibré**

Dakar est peuplée de 2,6 millions d'habitants d'une moyenne d'âge inférieure à 23,6 ans. Le centre, situé sur une presqu'île à l'urbanisme quadrillé, concentre équipements, services et industries. 60 % de la population vit en périphérie dans des quartiers dont 2/3 sans planification urbaine. Il y a quelques années, un seul accès permettait aux automobilistes d'effectuer leurs déplacements pendulaires. Et même si les 19 % de part modale de modes mécanisés est faible par rapport à la marche (79 %), le réseau routier est déjà congestionné et le stationnement difficile. Il y a un besoin pressant d'amélioration de l'état des routes urbaines par et des dispositifs urbains de type signalisation et ouvrage. Ces besoins sont pris en compte dans le programme Plan Sénégal Emergent et gérés par l'agence des routes AGEROUTE qui a permis de voir depuis sa création, une croissance exponentielle du réseau routier classé urbain et interurbain, ainsi que de son entretien.

### **La sécurité routière : priorité nationale avec une politique d'infrastructure routière forte**

La politique de sécurité routière est inscrite dans un plan national validé au plus haut niveau politique, et est portée par le Ministère des Infrastructures. La politique infrastructurelle résulte du Programme Sénégal Émergent PSE qui contribuera au développement économique et social, ainsi qu'à la mobilité et à la sécurité routière. Elle est portée par deux agences du Ministère : le CETUD (Conseil Exécutif des Transports Urbains de Dakar) et AGEROUTE (Agence en charge de la Gestion et de l'entretien du Réseau Routier Classé). L'objectif est d'avoir un réseau structurant et uniforme d'infrastructures qui améliore les conditions et la capacité d'écoulement du trafic, sécurise les zones traversées et améliore le cadre de vie des populations riveraines. Il se traduit principalement par l'amélioration de l'état des infrastructures et de leur mise aux normes. Mme SARR présente 4 projets : Une route 2\*2 voies, un Bus à Haut Niveau de services sur 19 km, une autoroute sur 72 km (30 passages supérieurs/inférieurs, 6 postes de péage aux standards internationaux de gestion PPP, 6 échangeurs) et l'aménagement de 66 carrefours en feux tricolores et carrefours giratoires à Dakar. Malgré cette augmentation impressionnante des équipements et des infrastructures, ils sont encore insuffisants par rapport à la demande de mobilité.

### **Des mesures complémentaires, comme le programme « Safe Routes to School »**

En complément, des normes visent à améliorer les émissions de gaz des véhicules. Un centre de gestion de la qualité de l'air est créé à Dakar. L'examen du permis de conduire sera réformé et la collaboration avec les associations renforcée. L'association Laser International, qui existe depuis 18 ans, contribue notamment au programme national « Safe Routes to School » pour réduire l'exposition aux risques des piétons et cyclistes. En collaboration avec de nombreux acteurs, des trottoirs sont aménagés, des ralentisseurs et des passages piétons sécurisés sont peints, des barrières de sécurité installées et de la signalisation verticale posée. La sensibilisation se traduit par la formation de « bonhommes verts » qui accompagnent les traversées des enfants, une formation des enseignants et des affichages sur la sécurité routière dans les établissements scolaires. En 2016, 32 écoles avaient bénéficié de ce programme.

## La vision de l'ONU – WP1



Joël VALMAIN



Vice-Président du Groupe WP1 « Sécurité routière à la CEE-ONU et président du groupe informel sur la conduite automatisée au sein du WP1 

### L'industrie automobile, qui connaît sa 2<sup>ème</sup> révolution, va plus vite que les réglementations

Avec l'avènement du véhicule autonome, l'industrie automobile vit une révolution aux enjeux économiques et concurrentiels énormes. Les industriels développent des stratégies de lobbying au sein des institutions, avancent la baisse de 90 % de tués sans que les chercheurs et les pouvoirs publics ne questionnent ce chiffre, vendent aux consommateurs le rêve technologique et la réappropriation du temps et commercialisent des innovations non réglementaires. Alors que le conducteur doit être dans son véhicule, BMW permet de garer sa voiture à distance avec une télécommande. Alors que les systèmes d'automatisation de conduite sont interdits au-delà de 10 km/h, les allemands les déploient sur autoroute. En parallèle, les Japonais, peuple vieillissant et féru de robotisation, souhaitent que les véhicules autonomes soient déployés aux Jeux Olympiques de Tokyo en 2020.

### L'automatisation se fera de façon progressive et nécessitera de gérer la transition

L'avènement de la voiture autonome paraît inéluctable et les pouvoirs publics se doivent de gérer son développement. Mais avant que les 32 millions de véhicules du parc français deviennent autonomes, plusieurs décennies accompagneront l'évolution progressive de l'automatisation : (1) Le conducteur fait tout, (2) il est assisté sur des tâches mineures, (3) l'automatisation prend en charge des tâches principales sous le contrôle du conducteur qui peut reprendre en main le véhicule, (4) l'automatisation complète pour laquelle le conducteur se laisse conduire.

### Un cadre réglementaire international à deux vitesses et parfois contradictoire

Après Paris en 1931, deux Conventions internationales régissent la circulation, la signalisation et la formation routière dans le monde (Genève 1949, Vienne 1968). Les États-Unis, le Canada et le Japon n'ont ratifié que la Convention de Genève. À contrario, le Royaume-Uni et les Pays-Bas n'ont ratifié que la Convention de Vienne. Ces textes juridiques sont soumis à des procédures d'amendement contraignantes et leurs applications reposent sur la bonne volonté de chaque signataire. En parallèle sont signés des Accords (Genève 1958 et Genève 1998). Plus souples que les Conventions, les Accords s'adaptent aux évolutions techniques des véhicules. L'ABS, déployé depuis plusieurs années, est autorisé dans les Accords mais interdit dans les Conventions.

### Les systèmes d'aide à la conduite désormais intégrés dans la convention de Vienne de 1968

La Convention de Genève de 1968 a été amendée le 24 mars 2016, deux ans après son adoption en 2014. L'article 13 reste inchangé : « Tout conducteur de véhicule doit rester, en toutes circonstances, maître de son véhicule, de façon à pouvoir se conformer aux exigences de la prudence et à être constamment en mesure d'effectuer toutes les manœuvres qui lui incombent ». L'article 8 précisait que tout véhicule doit avoir un conducteur qui doit être en état physique et mental pour conduire, avoir les connaissances et l'habileté nécessaires à conduire, avoir constamment le contrôle de son véhicule et éviter toute activité autre que la conduite. Désormais, il a été étendu au guidage des animaux et les systèmes ayant une incidence sur la conduite sont désormais considérés conformes s'ils respectent les Accords de Genève. Bien que la version anglaise « the driver shall have minimal other activities » ouvre la possibilité de faire autre chose grâce à l'automatisation, « Conduire » un véhicule autonome sous l'emprise de l'alcool ou s'installer à la place du passager n'est pas envisageable.

### Les challenges pour le WP 1 et son groupe informel sur le véhicule autonome

- Comment harmoniser les systèmes entre les constructeurs ?
- L'automatisation est-elle possible dans le cadre actuel de la convention de Vienne ?
- Comment éviter les mauvaises interprétations de l'amendement de la Convention de Vienne ?
- Comment évoluera le rôle du conducteur et ses besoins en formation ?
- Comment cohabitera le véhicule autonome avec des usagers humains : motards, cyclistes et piétons ?
- Comment le code de la route sera traduit et interprété par les systèmes automatisés, sachant que les interprétations juridiques sont elles-mêmes parfois sujettes à discussion voire à opposition ?

## Session de questions et réponses



Régis CHOMEL DE JARNIEU



Président de l'association francophone de prévention des comportements sur la route, enseignant en sécurité routière 

M. CHOMEL DE JARNIEU rappelle l'existence d'un dispositif automatisé qui existe depuis plusieurs décennies, à savoir la boîte automatique. C'est sans doute la première des automatisations d'un véhicule. À partir de janvier 2017, la formation en France inclura le pilotage d'un véhicule à boîte automatique, prémisses d'un abandon de la boîte manuelle. La formation avec la boîte automatique est supposée permettre un permis plus rapide, moins cher, plus facile et permettre une meilleure attention à l'acte de conduite des automobilistes, notamment chez les jeunes automobilistes. M. CHOMEL DE JARNIEU demande à M. VALMAIN dans combien de temps seront tirés les premiers enseignements de cette première automatisation en matière de changement des comportements.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France 

Pour les nord-américains, conduire avec un véhicule à boîte manuelle est bizarre. C'est donc un problème européen, presque franco-français. M. VALMAIN considère que les Français sont plutôt rétrogrades sur ce sujet et précise que tous les poids lourds, autobus et autocars neufs sortent systématiquement en boîte automatique. Comme le présentent les constructeurs, plus les tâches seront automatisées, plus il sera possible d'effectuer d'autres tâches. Mais dans les expérimentations, les conducteurs semblent s'ennuyer très rapidement et veulent reconduire.



Georges AGANONI ???



Responsable de la prévention sur les routes, Centre de sécurité routière du Bénin 

Il participe pour la deuxième fois à une conférence sur le véhicule autonome. Et il est surpris par le nombre de questions et d'interrogations qui reviennent sans qu'aucune réponse ne soit apportée. Ainsi, il s'interroge sur la pertinence de réfléchir à la voiture de demain alors qu'il y a de nombreuses autres actions à mener aujourd'hui.

En Afrique, les deux problèmes majeurs sont la congestion et le manque de forces de l'ordre. Et il ajoute que les africains immensément riches achèteront des véhicules autonomes sans se demander si l'infrastructure correspond à la voiture. Ils veulent simplement rouler dans une belle voiture.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France 

Comme le dit le président de la NFTHA, le véhicule autonome est « inévitable ». Les pouvoirs publics ne posent donc plus la question de pourquoi y aller. Ils doivent se pencher sur la question du comment. Par contre, ils sont parfaitement conscients qu'il est nécessaire de capitaliser sur les acquis et de continuer l'application des mesures actuelles en sécurité routière comme la communication sur le port de la ceinture, du port du casque, etc. De plus, si les moyens financiers des Conseils Départementaux ne leur permettent pas de réparer un trou présent depuis trois ans dans la chaussée, alors la perspective d'entretenir des infrastructures connectées paraît improbable.

Dans les Pays en développement, des améliorations sont clairement nécessaires tant au niveau de l'infrastructure que des véhicules. Une flotte de véhicules d'un pays développé évolue entre 10 et 15 ans, entre 30 et 60 ans dans les pays en développement. Concernant le véhicule autonome, M. VALMAIN rappelle que ce n'est pas l'individu qui décide unilatéralement de mettre en route l'autonomie du véhicule. C'est le système qui informe l'individu de sa capacité à être autonome ou non. Et il est possible que dans les pays où il n'y a pas de signalisation au sol, pas de barrière pour séparer les chaussées, le véhicule autonome ne bougera pas.

## Session 2 – Trafic, numérique et sécurité routière ?

### MODÉRATEUR



Benoit HIRON



Chef du groupe "Sécurité des usagers et déplacements" au Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema), Lyon, France 

### INTERVENANTS



Paul-Henri GILISSEN, Educam Service SA



Carlos LIMA DE AVEZEDO, Massachusetts Institute of Technology

## L'intelligence artificielle, l'internet des objets ... Des révolutions pour la mobilité de demain



Paul-Henri GILISSEN



Directeur Général, Educam Service SA, Belgique 

### La technologie pour pallier aux limites de l'homme

Si les progrès en matière de sécurité routière ont été significatifs ces dernières décennies, 90 % des accidents résultent de facteurs humains. La sécurité passive et les technologies de sécurité active ont démontré leur efficacité. Et face aux limites de l'être humain, les technologies ont de meilleures capacités de calculs et de temps de réaction. Toutefois, croire qu'il n'y aura plus que 50 morts par an en France est un leurre, comme s'est enthousiasmée à tort une présentatrice télévisée suite à un essai BMW sur le périphérique parisien.

### De la voiture connectée en passant par la voiture coopérative jusqu'à la voiture autonome

Au XIXème siècle, la machine a remplacé l'homme dans l'action avec la révolution industrielle. Au XXIème siècle, l'intelligence artificielle remplacera l'homme dans la décision. Mais avant d'arriver à la voiture intelligente autonome, la progression se fera certainement par étape comme en a l'habitude l'industrie automobile. Le véhicule sera d'une part connecté et munies de capteurs, puis il deviendra coopératif avec l'infrastructure et d'autres véhicules. Le véhicule connecté concerne deux industries aux enjeux et cultures distincts : l'automobile et les nouvelles technologies. Cette révolution, facilitée par l'avènement de la 5G, est similaire au passage du téléphone au smartphone, avec ses nouveaux services associés. Il est probable que la voiture propriétaire laissera la place à la mobilité comme un service.

L'e-call, qui équipera tous les véhicules européens en avril 2018 permettant au véhicule accidenté de communiquer seul son positionnement, accélérera l'émergence de la voiture connectée. D'ores et déjà, une voiture Volvo peut indiquer à une autre voiture Volvo qui lui succède la présence de verglas. Une fois harmonisés et standardisés entre toutes les marques, ces échanges de données constitueront des cartographies complètes de l'environnement distant d'un véhicule au-delà de ses propres capteurs, et de meilleures interactions. Ainsi, le régulateur de vitesse coopératif et adaptatif réduira l'effet accordéon des bouchons et renforcera la sécurité.



Figure 3 : Tous les véhicules seront interconnectés !

### Face à cette mutation majeure, une certaine vigilance est de mise !

M. GILISSEN a exprimé un certain nombre d'interrogations : Les conducteurs seront-ils formés à l'usage de ces technologies ? Ne faut-il pas prévoir une harmonisation des modes opératoires pour favoriser au maximum l'usage adapté des dispositifs d'aide à la conduite ? Alors que le taux de renouvellement du parc automobile prend 15 ans, faudra-t-il équiper tous les véhicules déjà en circulation avec des dispositifs simples et modulables pour garantir la connectivité ? Quels équipements et compétences permettront de certifier la qualité des réparations ? Si les systèmes deviennent tellement performants, acceptera-t-on qu'un humain puisse encore conduire une voiture ? Doit-on tout accepter de la technologie ? Est-ce que nous aurons le choix ? Qui contrôlera l'intelligence artificielle ?

### Les données au cœur des futurs enjeux économiques et sociétaux du véhicule autonome

Le véhicule sera lui-même producteur de données sur le conducteur, sa façon de conduire, ses habitudes, etc. Mais qui aura accès aux données ? Où seront-elles stockées ? Quelles seront les réutilisations possibles ? Comment garantir la protection de la vie privée ? Quel sera le pouvoir de refus des citoyens ? Un large débat à propos de ces questions s'impose et, même si les constructeurs sont à la base de ces systèmes, cela ne leur donne pas le droit d'imposer une vue unique.

## Simulation de la mobilité autonome sur demande



Carlos LIMA DE AVEZEDO



Chercheur ITS Lab du Département de Génie Civil et Environnement, Massachusetts Institute of Technology, ITS Lab, USA 

### Le MIT travaille sur l'impact des systèmes partagés de véhicules autonomes sur la mobilité

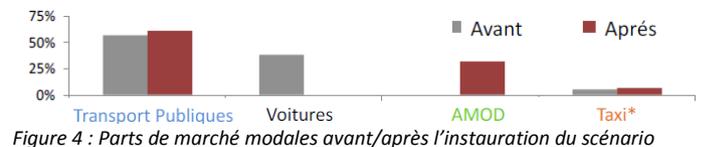
En 1984, Terregator, le premier véhicule autonome, a été élaboré par l'institut de robotique de l'université Carnegie Mellon à Pittsburgh. Il permettait de collecter des données dans des missions exploratoires et des opérations routières. Trente ans plus tard, le véhicule autonome connaît une période d'effervescence : voiture Google, General Motors en Chine, partenariat NASA-Nissan, navette Navya dans les aéroports et prototypes Mercedes. M. LIMA étudie les impacts sur la mobilité de différentes configurations d'un système de partage de véhicules autonomes au sein du MIT.

### Singapour, une demande politique pour un service de véhicules autonomes partagés

Singapour est une ville dense (4,5 millions d'habitants, 8 000 habitants/km<sup>2</sup>) dont l'accroissement à venir de la population (+ 30 % sur 20 ans) s'effectuera sans possibilités d'extension du territoire. L'optimisation des déplacements est donc une priorité politique. Une des pistes consiste à étudier une solution de mobilité autonome sur demande, avec des véhicules de différents gabarits, électriques et partagés. Depuis 2016, deux sites tests permettent le développement et test, ouvert au public, de ce type de systèmes par deux start-ups, Delphi et Nuro.

### SMART évalue l'impact sur la mobilité d'un service de véhicules autonomes sur demande

Centre de recherche du MIT basé à Singapour, SMART (*Singapore-MIT Alliance for Research and Technology*) a analysé la taille optimum de la flotte d'un AMOD (Autonomous Mobility On Demand), sur l'emplacement des lieux de prises / dépôts et sur les algorithmes de rééquilibrage de la flotte. Ensuite a été analysé l'impact d'un AMOD sur les comportements de mobilité (choix modal, choix d'itinéraire et le schéma et localisation d'activités individuelles), ainsi que sur la congestion et les temps de parcours dans le réseau routier et les transports publics. Pour cela, un simulateur de mobilité a été développé sur la base de modèles mathématiques alimentés par des données existantes ou créées pour la définition de scénarios spécifiques : données d'offre (disponibilité de voiture personnelle, données d'usage de la route, des taxis et des transports publics), des données liées à la demande (caractérisation de la population et de l'emploi du sol, des enquêtes au déplacement) et des modèles de représentation de véhicule autonome et de l'opération du système AMOD. Le scénario de simulation portait sur un quartier de 56 km<sup>2</sup> au centre-ville Singapour interdit d'accès aux voitures privées, mais desservi par un service de véhicule autonome à la demande (AMOD), avec maintien de l'accès par transport public et des taxis. L'impact au niveau des choix individuels, de la performance du système AMOD et de tout le réseau de transports a été étudié. La part de marché des transports en commun pour tous les voyages à destination ou provenant du centre-ville augmenterait indiquant la nécessité d'adaptation du système multimodal. Par ailleurs, le temps de parcours en voiture de contournement de cette zone restreinte augmenterait de 1,8 fois. Aujourd'hui, l'équipe se prépare à étendre cette étude au niveau de la compréhension du comportement et des préférences des utilisateurs potentiels du système AMOD. Une application smartphone reliée à un système intelligent d'apprentissage a été développée et sera utilisée comme moyen de détection et d'enquête de mobilité individuelle selon différents scénarios.



### La nécessité de simulations de l'impact du véhicule autonome sur la sécurité routière

La majorité des recherches actuelles concernent les impacts des véhicules autonomes sur la mobilité urbaine mais peu sur la sécurité routière. Les modèles de simulation du trafic nécessitent de travailler sur d'autres variables, comme l'erreur humaine et les erreurs systèmes. Les simulateurs n'intègrent pas encore les modèles issus de la littérature, possiblement dû à leur complexité et à leur demande intensive de données. Des réflexions en cours portent sur ce que devraient être la communication et le système d'allocation de passage d'un véhicule autonome dans une intersection, avec adaptation des modèles dynamiques de contrôle de véhicule, de la flotte ou de conflits de trajectoires. Ceci représente un parcours exploratoire dans la bonne direction, mais un long chemin se présente aux chercheurs afin d'identifier les variations d'exposition au risque et les gains par rapport au scénario de référence actuel.

## Session de questions et réponses

### QUESTION 1



???



???

Les livreurs de camion se garent parfois n'importe où et ils créent des goulots d'étranglement. Cette problématique est-elle prise en considération à Singapour ?



Carlos LIMA DE AVEZEDO



Chercheur, Massachusetts Institute of Technology (MIT), ITS Lab, USA 

Cette question a été abordée, non pas par l'autorité des transports, mais par le département de planification car ils ont des problèmes de stationnement. En réalité, ils ne connaissent pas du tout la mobilité des camions : où sont-ils ? Quelle distribution ? Quelles routes ? Des étudiants travaillent actuellement dessus avec certains commerces.



Benoit HIRON



Chef du groupe "Sécurité des usagers et déplacements" au Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema), Lyon, France 

À Lyon, il y a une présence humaine dans les véhicules autonomes pour reprendre la main sur le véhicule au besoin. À Singapour, qui n'est pas régi par les mêmes lois, comment cela fonctionne-t-il ?



Carlos LIMA DE AVEZEDO



Chercheur, Massachusetts Institute of Technology (MIT), ITS Lab, USA 

Il n'y a pas de conducteur et les véhicules vont bien au-delà des 10 Km/h. Cela est notamment possible car l'environnement urbain est très contrôlé, il n'y a pas de problème de marquage au sol et l'existence de cartes 3D très détaillées.



Benoit HIRON



Chef du groupe "Sécurité des usagers et déplacements" au Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema), Lyon, France 

Singapour étant un état assez policier, ils ont une très bonne connaissance de leur accidentalité avant de lancer une expérimentation. Ont-ils choisi de cibler les taxis pour des raisons de sécurité routière ou pour réduire le nombre de conducteur de taxi. Si Singapour peut se le permettre, la transposition ailleurs peut être complexe. En France, c'est très dur de toucher au métier du taxis. Ont-ils réfléchi au devenir des actuels chauffeurs de taxi ?



Carlos LIMA DE AVEZEDO



Chercheur, Massachusetts Institute of Technology (MIT), ITS Lab, USA 

Singapour est généralement reconnu comme un laboratoire. Mais certaines données ne sont pas toujours accessibles car très contrôlées. À Singapour, la délivrance des autorisations des taxis repose sur un système d'enchère. L'impact social n'est pas vraiment considéré.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France. 

Le modèle de simulation présenté sur Singapour a été long à développer vu sa complexité. Intégrer plus de sécurité routière nécessitera des données encore plus fines sur les trajectoires et les conflits, etc. Des travaux sont-ils déjà en cours ? Combien de temps cela prendra-t-il ?



Carlos LIMA DE AVEZEDO



Chercheur, Massachusetts Institute of Technology (MIT), ITS Lab, USA

Des travaux sont en cours en considérant les types d'accidents sur autoroutes urbaines : collision arrière, collision latérale et sortie de voie.



Yvan CASTEELS



Agence wallonne pour la Sécurité routière (AWSR), Belgique

M. CASTEEL a lu beaucoup d'études contradictoires sur les bénéfices des véhicules autonomes sur la mobilité : baisse de la congestion versus augmentation du Trafic. Le résultat d'une simulation n'a de sens que si le modèle est validé. Quel est donc le degré de validation finalement de ces études ?



Carlos LIMA DE AVEZEDO



Chercheur, Massachusetts Institute of Technology (MIT), ITS Lab, USA

Sur le modèle de référence, les données collectées sont robustes : Enquêtes auprès de milliers de personnes, données de trafic, comptages de véhicules, GPS dans tous les taxis, données de validation à l'entrée et à la sortie des transports en commun. Par contre, aucune validation n'est possible pour le scénario du futur. Cela repose sur la pertinence des hypothèses et les équipes ajustent les hypothèses dans le simulateur sur la base d'expérimentation.

Concernant la congestion, les routes ont une capacité limitée même pour les véhicules autonomes. Les transports en commun sont indispensables. Et le partage de voyages en véhicule autonome générera des bénéfices sur la gestion des parkings.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

Singapour n'a signé aucune Convention internationale. Par ailleurs, celle de Vienne porte sur le véhicule individuel. Or, les développements de véhicules autonomes concernent les taxis, les navettes autonomes et les autobus. Les réductions de charge salariales généreraient beaucoup d'économie pour les collectivités et les exploitants.

## QUESTION 2



Benoit HIRON



Chef du groupe "Sécurité des usagers et déplacements " au Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema), Lyon, France

En Belgique, les métiers de la réparation ont une culture de la formation continue et régulière. Comment cela se déroule-t-il dans votre métier ?



Paul-Henri GILISSEN



Directeur Général, Educam Service SA, Belgique

Depuis pratiquement l'avènement de l'automobile, les constructeurs automobiles ont compris que la formation de leurs réparateurs et de leurs distributeurs était très importante. Les constructeurs ont mis en œuvre des organisations systématiques, voire des normes pour toutes les parties prenantes de leurs réseaux de distribution. Chez les réparateurs indépendants, il n'y a pas d'obligation. M. GILISSEN pense que la situation est identique à la France.

Concernant les technologies, la plupart des opérateurs, vendeurs ou mécaniciens, ne sont pas préparés. Il est absolument indispensable de renforcer cette activité de formation et de la généraliser.



Benoit HIRON



Chef du groupe "Sécurité des usagers et déplacements " au Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (Cerema), Lyon, France 

En France, les garagistes historiquement généralistes se spécialisent par composant du véhicule ou par marque. Pour réparer toutes les voitures, ils devraient suivre une formation agréée auprès de chaque constructeur. Ainsi, les constructeurs reprennent la main sur le marché de la réparation et contrôlent notamment les prix. Cette démarche va à l'encontre des valeurs du marché de l'Union européenne, notamment en termes de concurrence.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France. 

Les garagistes de proximité disparaissent petit à petit et ils ne seront pas en capacité d'être responsables des interventions sur les systèmes. Cela soulève un enjeu considérable et pose la question plus générale : qui garantit que le système fonctionne ?



Paul-Henri GILISSEN



Directeur Général, Educam Service SA, Belgique 

M. GILISSEN précise que c'est la raison pour laquelle il prône une certification des réparateurs pour ces technologies.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France 

Tout d'abord, de nombreux permis de conduire sont délivrés à des personnes qui ne sont pas de « bons » conducteurs. Mais l'être humain tolère l'erreur humaine si elle ne l'impacte pas directement. Par contre, l'être humain ne tolère pas, aujourd'hui, l'erreur du système comme le démontre l'accident de Tesla qui n'a pas vu un camion blanc de 40 tonnes en présence de soleil. L'acceptation de l'erreur du système sera un enjeu sociétal.

Ensuite, remplacer l'homme par l'intelligence artificielle questionne la société voulue. M. VALMAIN, dont le temps à vivre est plus faible que son temps vécu, s'inquiète de l'évolution de la société dans ce monde qui devient complètement fou. Toutefois, certains humains croient encore à l'humain. Finalement, les choix vont vers d'autres champs sociétaux au-delà des choix technologiques et numériques. Que faire des humains qui n'auront plus de travail ? Comment évoluer et s'adapter comme ce fut le cas lors de la révolution industrielle ?

## Table ronde : inégalités d'accès aux technologies embarquées

### ANIMATEUR



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.

### INTERVENANTS



Laurent CARNIS, IFSTTAR



Lyne VEZINA, Société de l'Assurance Automobile du Québec



Bernard LAUMON, Collège Français de Médecine du Trafic



Denis GINGRAS, Université de Sherbrooke



Yves PAGES, Renault

## Session de questions et réponses

### QUESTION 1



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.

Le débat porte sur l'éthique et les inégalités créées par ces technologies et ces équipements, ainsi que leurs prises en compte par les parties prenantes. En cas de choc frontal, il est préférable d'être dans une grosse voiture lourde plutôt que dans une petite voiture. Et des véhicules extrêmement sécurisés arrivent sur le marché et cohabitent avec des véhicules qui le sont moins. Du point de vu d'un assureur (Société de l'Assurance Automobile du Québec) et d'un constructeur (RENAULT), comment sont traitées les questions d'éthique et d'inégalités générées par ces technologies qui peuvent se traduire par différents niveaux d'accès à la sécurité.



Lyne VEZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec.

Mme VEZINA avait déjà ouvert le débat dans la matinée sur les mesures qui permettraient aux groupes à risque d'aller les premiers vers ces technologies.

#### Les véhicules de plus de 10 ans légèrement surreprésentés dans les collisions

Au Québec, l'âge moyen d'un véhicule est 7 ans. 29 % du parc automobile (véhicules utilitaires et privés) sont âgés de 10 ans de plus, et sont légèrement surreprésentés dans les collisions car présents dans 34% des collisions. Les jeunes sont les plus représentés dans les collisions. D'habitude, les enfants ne conduisent pas la belle voiture des parents du jour au lendemain. Le risque que les jeunes encourent est-il lié à leur pratique ou parce qu'ils conduisent des véhicules moins bien équipés et qui leur offrent le moins de protection ?

#### Les nouvelles technologies questionnent les grilles tarifaires des assurances

La Société d'Assurance Automobile du Québec (SAAQ) indemnise les dommages corporels. Si les occupants d'un véhicule sont mieux protégés, il y aura moins de coûts associés à ces occupants-là. Mais une approche globale nécessite de se demander si ces véhicules plus sécurisés ont causé des dommages à autrui. Une des règles d'assurance de la SAAQ est de fonctionner par catégories de véhicules selon les véhicules impliqués. En cas de collision entre un

gros Hummer et une petite Smart, les coûts cumulés sont répartis entre les deux véhicules. Ainsi, les coûts ne sont pas uniquement affectés à l'utilisateur du véhicule qui bénéficie du moins de protection dans son véhicule.

Les assureurs pourraient en effet baisser leur tarif pour les personnes qui sont davantage protégées car moins souvent indemnisées. L'arrivée des nouvelles technologies invite la SAAQ à affiner ses modèles de tarification.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.

Est-ce que le modèle de répartition est remis en cause ?



Lyne VEZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec.

La SAAC agit dans le cadre d'un régime public avec pour objectif d'assurer la mobilité pour tous. Donc toutes les variables ne pourront pas être utilisées. Toute démarche de modification de la tarification par répartition des risques par grandes catégories nécessite une certaine légitimité.



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France

Renault s'intéresse aux inégalités, dont celle d'accès aux ressources particulières du point de vue du client /usager, mais également les inégalités entre constructeurs. En tant que constructeur, Renault doit composer entre le coût, la réglementation et la concurrence. Par exemple, si d'autres grands constructeurs intègrent un équipement dans leur offre, Renault sera contraint de le faire. Par ailleurs, les tests N-CAP obligent à faire des véhicules de plus en plus sécuritaires. Mais tous les véhicules ne peuvent pas obtenir les 5 étoiles. Chaque constructeur est face au dilemme entre le coût de la sécurité et son obligation morale, le tout dans un contexte d'évolutions technologiques et de processus de démocratisation des technologies.

### Les principales évolutions technologiques en lien avec la sécurité routière

1. Auparavant, l'industrie automobile avait une approche passive/de protection de la sécurité à l'intérieur du véhicule : ceintures, airbags, siège, etc. Ces actions se sont démocratisées à la fin des années 90 après la réglementation sur la sécurité passive en 1994-1995.
2. La sécurité active / primitive comme le freinage d'urgence, les systèmes de sécurité de type ESP ou le système de contrôle de trajectoire. Ces technologies coûtent chères. Au début des années 2000, l'ESP coûtait 500 € pour le constructeur et 1 500 € pour l'utilisateur. Il est devenu obligatoire dans le véhicule à partir de 2012. L'ABS et le freinage automatique sur les poids lourds le seront prochainement. Toutes ces évolutions réglementaires contribuent à l'augmentation des coûts.
3. Le véhicule connecté et coopératif nécessite d'avoir quatre ou cinq radars et des capteurs ultra-soniques. Un véhicule autonome coûte trois à quatre fois plus cher que la voiture. Pour que le véhicule autonome soit rentable pour tout le monde, il y a un dilemme autour du coût.

### Le processus de démocratisation passe d'abord par l'appropriation par les personnes aisées

Dans un premier temps, les véhicules avec de nouvelles technologies sont chers et seules les personnes financièrement aisées peuvent y accéder. Et les propriétaires de ces véhicules ne sont pas les seuls à bénéficier de ces protections. Le radar anticollision ou le système de détection de ligne va éviter la collision avec les véhicules non équipés et vice-versa. Dans un second temps, la baisse progressive des coûts et les économies d'échelles permettront d'atteindre de nouveaux publics.



Laurent CARNIS



Chargé de recherche, IFSTTAR-AME-DEST, France

Les technologies peuvent avoir des impacts sur les autres conducteurs. Ces externalités peuvent-être positives comme celles mentionnées par M. PAGES ou négatives avec la remise en cause du principe de solidarité des assurances. En effet, le système actuel d'assurance est basé sur la mutualisation et sur la « loi de l'ignorance ». Avec l'appréciation de plus en plus précise des risques individualisés, il sera peut-être de plus en plus difficile d'assurer certains risques.

## QUESTION 2



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.

Dans 30 - 40 ans, on suppose qu'on aura tous des véhicules très sécurisés. Mais comment se déroule la transition ?



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec

### L'atteinte du niveau 5 d'automatisation se fera en rupture

M. GINGRAS considère que cette transition ne sera pas linéaire, mais qu'un point de rupture permettra le passage au véhicule autonome. Il se réfère aux cinq niveaux d'automatisation de la conduite. Les deux premiers niveaux sont déjà atteints. Le troisième est en cours d'expérimentation (système de pilotage automatique de Tesla, projet-pilote à Pittsburg avec Uber et Volvo). Mais M. GINGRAS ne croit pas à un niveau 3 déployé à grande échelle. Demander à une personne de ne pas conduire tout en gardant un niveau d'attention et de vigilance élevé sera frustrant et impopulaire au niveau du marketing commercial.

Par contre, les technologies d'aide à la conduite comme le stationnement assisté, le maintien dans la voie, les systèmes de régulateur de vitesse continueront à inonder le marché du véhicule. Et lorsque toutes les technologies nécessaires seront suffisamment matures, alors il y aura un point de rupture pour passer directement au niveau 5. Mais peut-être que certains voudront toujours faire de la conduite manuelle.

M. GINGRAS ajoute que les développements en intelligence artificielle contribueront à ce point de rupture.

### Le parallèle du processus de transition du moteur à combustion

Le moteur à combustion a été inventé dans les années 1870-1880. Mais ce n'est que 30 ans après qu'Henry Ford arrive avec des méthodes d'assemblage économiquement viables pour un déploiement à grande échelle. Aujourd'hui, l'industrie du cheval a depuis disparu. Comme les travailleurs sur les chaînes d'assemblage automobile ont été remplacés par des robots, les chauffeurs de taxi risquent de disparaître. C'est dans l'évolution naturelle des sociétés que certains emplois disparaissent et d'autres naissent.

### Vers un modèle économique de service, adapté à de nouveaux besoins de mobilité

Avec le coût des véhicules autonomes, la complexité des systèmes embarqués et les maintenances associés, les métiers des garagistes et des compagnies d'assurance évolueront pour ne citer qu'eux. Au même titre que les incidents en aérospace, des systèmes d'enquête seront nécessaires pour identifier le sous-système défectueux. Et cela nécessitera du temps. Actuellement, le modèle économique des constructeurs automobiles repose sur la vente du plus grand nombre de véhicules à des consommateurs-propriétaires. Demain, il évoluera vers un modèle d'offres et de services de mobilité. Comme dans le secteur des technologies avec l'achat de data, on achètera des forfaits de kilomètres.

### Un des marchés du véhicule autonome, le dernier kilomètre ?

Étant donné l'évolution des tendances démographiques avec une plus grande concentration des populations dans les grands centres urbains, il y aura de plus en plus de transports publics et efficaces. L'automatisation des métros, des trams et des bus va déjà dans ces sens. Mais l'intermodalité et le problème du dernier kilomètre restent toujours un sujet complexe auquel le véhicule autonome pourrait apporter des solutions. Les déplacements quotidiens de proximité pour aller au travail, à la banque, à la garderie, à l'épicerie sont également un marché potentiel.



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France



### Les constructeurs ne réfléchissent pas en niveau d'automatisation mais en cas d'usage

Les constructeurs font de moins en moins référence à ces niveaux d'automatisation, au même titre que la future réglementation qui sortira en automne 2017. Le véhicule autonome est un véhicule de partage de délégation de la conduite sur des cas d'usages bien précis. Les constructeurs réfléchissent en situations d'usages.

### Une automatisation progressive des sites propres aux sites partagés

Et les premiers développements concernent des environnements peu complexes en termes d'interactions avec les autres usagers : autoroute en congestion sans changement de ligne, dépassement à gauche sur voie à chaussées séparées. Le niveau 5 existe déjà dans les centrales nucléaires avec les navettes autonomes Navya qui roulent à 10 km/h sur un périmètre très balisé.

Par contre, les situations d'usage en partage avec d'autres usagers comme les deux-roues ou les piétons prendra beaucoup plus de temps. Le niveau 5 à Bombay, ce n'est certainement pas pour tout de suite.

## QUESTION 3



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.



Comment la puissance publique peut, via les programmes de recherches ou la réglementation, garantir cet accès de tous à la sécurité ?



Bernard LAUMON



Président du Collège Français de Médecine du Trafic, France



M. LAUMON apporte son regard de chercheur en accidentologie et évoque la difficulté pour mesurer les conséquences des évolutions technologiques en matière d'accidentologie et de bilan en termes de sécurité routière. En effet, il faut attendre que les systèmes se développent suffisamment pour avoir des statistiques fiables en la matière. À défaut, il est possible de faire dans l'anecdote.

### Le GPS indique un chemin qui augmente l'exposition au risque

Dans le cadre d'une expérimentation pour améliorer la sécurité routière, un tronçon de route en Lorraine est passé de 90 à 80 km/h. Le GPS invite alors à éviter cette section devenue moins rapide et d'emprunter un autre itinéraire plus long en kilomètres. Sur la base du postulat que l'exposition au risque augmente avec la vitesse, le GPS contribue à l'augmentation des risques. Et du point de vue politique, moins de personnes prendront le tronçon sur les conseils des GPS, donc il y aura moins d'accidents sur la portion test.

### Y-a-t-il un avantage à être pauvre ?

Le débat de l'inégalité pourrait se résumer par : les riches ont accès aux technologies, les pauvres non. Or les constructeurs vendent des véhicules suréquipés, à savoir des équipements inutiles au conducteur ou qu'il ne sera pas en capacité d'utiliser. Un constructeur automobile lui a témoigné que le limiteur de vitesse est plus performant en termes de sécurité routière, mais que le consommateur préfère le régulateur. Donc les deux sont intégrés alors qu'il y en a un qui est moins performant. En tant qu'accidentologue, il n'a pas encore la preuve que l'un est plus sûr que l'autre. Les personnes âgées qui ne savent pas se servir d'un GPS et qui se promènent en Lorraine roulent donc de façon plus sûre.



Laurent CARNIS



Chargé de recherche, IFSTTAR-AME-DEST, France



D'un côté, le véhicule autonome a des aspects positifs. L'automatisation permet d'améliorer la mobilité des personnes qui ont des difficultés d'accès à la mobilité : déficients cognitifs, personnes handicapées, personnes ayant des

difficultés d'accès au permis de conduire. Et ce système permettrait de réduire de manière substantielle l'accidentalité et la pollution, ayant ainsi un impact social à grande échelle.

D'un autre côté, il y a des enjeux éthiques autour de la codification des algorithmes. Est-ce qu'un algorithme peut faire un choix moral ? Comment vivre le fameux point de rupture, le point critique de l'intelligence artificielle ?



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec 

### Le conducteur, un être humain qui a construit patiemment ses capacités cognitives

L'être humain biologique, qui a des millions d'années d'évolution, a un cerveau déjà très développé à sa naissance. Mais ses capacités cognitives se développent progressivement. Pourtant, il ne peut conduire qu'après avoir développé ses capacités cognitives et suivi une formation à la conduite vers 16-20 ans.

### Impossible de vérifier les centaines de millions de lignes de codes d'une voiture

Un véhicule moderne contemporain peut contenir jusqu'à une centaine de millions de lignes de codes, beaucoup plus que dans un avion. Et ce sera pire avec les véhicules autonomes. La complexité des systèmes informatiques sera telle qu'il sera impossible de vérifier tous les modules, tous les algorithmes de façon systématique, nécessitant d'effectuer des échantillonnages par méthodes statistiques.

### L'intelligence artificielle nécessitera une nouvelle approche du code

La question de l'auteur de la programmation des algorithmes repose sur la logique actuelle de programmation de l'informatique, à savoir la même que celles des premiers ordinateurs dans les années 60, et ce malgré la présence de compilateurs et de langages plus performants. Cette méthode primitive est extrêmement sensible aux erreurs de syntaxe et aux erreurs d'orthographe. Développer une intelligence artificielle capable de remplacer un être humain dans la tâche aussi complexe que la conduite dans un monde ouvert, avec tous les cas de figures existants ou futurs, ne sera possible qu'en révolutionnant les méthodes de programmation, et de prise en compte des capacités d'adaptation et d'apprentissage.

## INTERVENTIONS / QUESTIONS DE LA SALLE



Hélène TATTEGRAIN



Directrice de LESCOT, IFSTTAR-TS2, France 

Mme TATTEGRAIN apporte un élément complémentaire sur la question des inégalités. Les Belges ont souvent recours aux voitures de société leur permettant d'accéder à une voiture moderne, voire suréquipée. Le parc automobile se régénère alors rapidement. Mais cela veut dire que ces gens ne prennent pas les transports en commun, générant de la pollution et de la congestion.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France 

### Besoin d'avoir un regard critique sur les préconisations du GPS

Concernant le GPS, il est nécessaire de ne pas faire une confiance aveugle et d'apprendre à coopérer avec lui en fonction de sa propre connaissance et de l'environnement urbain. Un chauffeur de car polonais avait pris une route suggérée par le GPS, malgré la signalisation routière qui interdisait les cars. Résultat, 22 morts.

### Une réglementation internationale sur quelque chose qui n'existe pas

C'est une première au niveau international sur la sécurité routière. En effet, le véhicule autonome questionne la construction intellectuelle des juristes pour rédiger un texte réglementaire sur quelque chose qui n'existe pas encore.



Bernard LAUMON



Président du Collège Français de Médecine du Trafic, France

M. LAUMON précise qu'il est difficile de ne pas faire confiance au GPS. Vu son âge, il ne s'estime pas capable de contester ce que dit son GPS. Et le principe même du GPS est de pouvoir éviter les bouchons dû à sa méconnaissance du trafic actuel.



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec

Le GPS a deux fonctions. D'une part, il permet de localiser le véhicule avec une précision d'environ 10 mètres. D'autre part, il a une fonction de planification de parcours qui repose sur les données cartographiques stockées en mémoire. La qualité des indications fournies dépend alors de la qualité des informations sources et de leurs mises à jour.



Hélène TATTEGRAIN



Directrice de LESCOT, IFSTTAR-TS2, France

Mme TATTEGRAIN perçoit que l'expérimentation des technologies à moindre coûts des véhicules autonomes pourrait concerner les transports en commun plutôt que les véhicules légers, du fait que :

- 60 % des coûts d'exploitation sont liés au salaire du chauffeur ;
- Les trajets sont connus avec potentiellement une cartographie maîtrisée ;
- Le contexte permettrait de traiter les interactions avec les usagers vulnérables.



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France

M. PAGES est d'accord même s'il y a des problèmes techniques. Il confirme que le véhicule autonome n'est pas que la voiture particulière. Les petites navettes et bus articulés sur site propre sont clairement une voie pour tester les niveaux d'autonomie.



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec

M. GINGRAS est également d'accord car c'est un marché potentiel qui risque d'arriver en premier. D'ailleurs, il existe déjà certains quartiers avec des navettes autonomes à basse vitesse. Actuellement, les prototypes sont de l'ordre du million de dollars. Avec la multiplication de la production, ces montants seront moins élevés. Les tramways seront de plus en plus automatisés comme leur environnement est confiné au rail, même si cela ne sera pas de l'autonomie pure. UBER a développé son modèle d'affaire dans la perspective d'avoir à terme des flottes de taxis robot. Le conducteur humain est temporaire.



François GUICHARD



Ingénieur et Economiste, Secrétaire du Groupe de Rapporteurs en matière de Roulement et de Freinage (GRRF/WP29), Sécurité active des véhicules, CEE-ONU

Sur la question des véhicules lourds autonomes, les États-Unis font face à une pénurie de chauffeur et sont donc intéressés par le véhicule autonome. Par contre, le marché des autobus ne génère pas de marges importantes du fait de la concurrence. Donc c'est plus compliqué pour les industriels de lancer des expérimentations coûteuses. Il considère que les technologies seront d'abord déployées sur des véhicules générant des marges commerciales importantes, et seulement ensuite les technologies iront sur des véhicules aux marges inférieures.



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France

Pour apporter un complètement financier et technique des avancées fin 2016, M. PAGES précise que Renault vise des premiers cas d'usages très simplifiés (route à chaussée séparée sans intersection) de véhicules autonomes de niveau 4 pour 2022-2023 seulement. M. PAGES ouvre la question à l'égalité, généralement orientée usagers, vers les constructeurs. Sur ce point, il remercie les pouvoirs publics français d'aider les constructeurs pour effectuer des phases d'expérimentation de qualité pour démontrer la sécurité de leurs développements. M. PAGES a rencontré un

avocat, auparavant spécialisé sur le droit de l'informatique et le droit de la robotique, qui s'occupe désormais exclusivement du droit des robots. Cet avocat pose la question éthique différemment. Un parent arrive avec son enfant aux urgences. Il a le choix entre un médecin humain ou un médecin robot. La question pourra être la même au moment de monter dans un véhicule.



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec 

Dans cette situation de stress à l'hôpital, on a besoin d'être rassuré. Le médecin pourra être rassurant. Le robot pourrait-il l'être ?



Bernard LAUMON



Président du Collège Français de Médecine du Trafic, France 

Si la sécurité routière est un problème de santé publique comme le précisait le Délégué Ministériel à la sécurité routière, l'objectif est de sauver un maximum de vie. Un vaccin est autorisé à partir du moment où il tue moins que la maladie. Au moment de vacciner, vous savez donc que des personnes mourront alors qu'elles ne seraient pas mortes de la maladie. Mais beaucoup plus de personnes sont sauvées car elles seraient mortes sans vaccin. Dans ce raisonnement, M. LAUMONT serait contre à titre individuel car son âge le défavoriserait en cas de choix pré-collision pour sauver un enfant, une jeune femme, l'homme actif.

Chaque être humain a des algorithmes empiriques et inconscients qui existent déjà. À partir du moment où un individu décide d'amener un proche dans un véhicule ancien, mal équipé, les pneus sous gonflés, en étant saoul, fatigués, il fait prendre des risques de façon inconsciente. Et il serait très complexe de devoir écrire dans le marbre qui sauver en premier entre sa femme, ses enfants, ses parents, ses proches, etc. Mais la problématique du véhicule autonome porte sur le point de vue de la société, et non pas de chaque individu.



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France 

Actuellement, la technologie ne permet pas de distinguer les profils de personnes, mais uniquement de percevoir les obstacles. Pour le reste, les constructeurs font ce qu'ils peuvent.



Laurence LEROY



Directrice Sécurité Routière à Bruxelles Mobilité, Bruxelles, Belgique 

En tant qu'autorité publique, elle craint que les constructeurs de voiture utilisent comme argument commercial « la voiture que vous allez acheter est programmée pour sauver ses occupants en priorité ». Elle se demande si le cadre réglementaire ne devrait pas imposer que ce soit le volume de gens sauvés qui prime sur les caractéristiques de chaque individu.



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec 

En tant qu'ingénieur, il rappelle que les voitures ne sont pas programmées pour déterminer qui doit être sauvé ou non. A la base, le système anti-collision veut éviter tout obstacle quel qu'il soit ou minimiser l'impact de la collision. Cela se traduit par des calculs de trajectoires du point de vue strict de la dynamique du véhicule, et non pas d'un point de vue moral. Le véhicule calculera la trajectoire qui minimisera la violence de l'impact. Et il rappelle que les voitures en conduite automatisées en sortie d'usine ne seront plus les mêmes quelques mois plus tard.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France. 

Pour alimenter la réflexion, chaque véhicule est testé via le système N-CAP. Il y a alors des données sur l'impact des collisions pour l'occupant et les piétons renversés. Ces indicateurs permettent l'attribution d'une note au véhicule.



Lyne VEZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec. 🇺🇪 🇺🇪

Savoir qu'il y a un effet positif sur les autres usagers de la route, cela vient apaiser les inégalités de la route. Toutefois, elle exprime des inquiétudes sur les progressions de ces véhicules qui évolueront dans le temps après leur sortie d'usine.



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec. 🇺🇪 🇺🇪

Les véhicules seront munis de capacité d'apprentissage, y compris à long terme. Si le propriétaire reste le même pendant plusieurs années, le véhicule connaîtra mieux son comportement et ses besoins et sera ainsi plus intelligent. Sans capacité d'apprentissage, de perception, de raisonnement, d'interprétation donc de capacités cognitives, difficile de dire d'un système qu'il est intelligent.



Bernard LAUMON



Président du Collège Français de Médecine du Trafic, France 🇫🇷

Il sera alors préférable d'acheter des véhicules autonomes d'occasion.



Laurent CARNIS



Chargé de recherche, IFSTTAR-AME-DEST, France 🇫🇷

M. CARNIS ouvre le débat aux délits moraux, dont le principe est qu'il n'y a pas une et unique solution. Les délits moraux existent déjà dans les politiques publiques. Mais l'automatisation en devient un révélateur. Un des critères de la démocratie, c'est le choix. C'est peut-être pour cela que cela prendra un peu de temps. Et M. CARNIS considère erroné de penser que la technique se substituera à l'homme car il considère que la grande différence entre une machine et un homme, c'est que l'homme est un agent moral.

# Mercredi 23 novembre 2016

## Session 3 : Liens véhicules-véhicules, véhicules-infrastructures : Quels verrous ?

### ANIMATEUR



Yvan CASTEELS



Agence wallonne pour la Sécurité routière (AWSR), Belgique 

### INTERVENANTS



Guillaume SAINT-PIERRE, IFSTTAR



Denis GINGRAS, Université de Sherbrooke



Thierry SERRE, IFSTTAR

## La mobilité numérique au service de la sécurité routière



Guillaume SAINT-PIERRE



Chargé de Recherche, IFSTTAR-COSYS-LIVIC, France 

### Vers une évolution de l'évaluation des politiques publiques de sécurité routière ?

Afin d'évaluer la sécurité routière, l'administration française s'appuie sur les données de l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (radar de vitesse sur point fixe), les fichiers BAAC (bulletins d'analyse des accidents corporels émis par les forces de l'ordre), le bilan des infractions et du permis à point, les délits routiers et les procès-verbaux d'accidents. Si ces données qui existent depuis plusieurs décennies sont bien utiles, elles sont parfois peu fiables, non exhaustives et insuffisamment représentatives. Elles n'exploitent pas tout le potentiel du numérique.

### Des volumes impressionnant de données numériques, mais non exploités en sécurité routière

La culture de la vitesse est petit à petit remplacée par la recherche du temps utile, partagé et confortable. Le numérique, qui révolutionne déjà les activités humaines et l'organisation des territoires, accompagne ces transformations. De nombreuses tierces organisations produisent d'énormes quantités de données de mobilité :

- En une heure, un véhicule moderne peut produire plus de 1 téraoctet de données ;
- La route de 5<sup>ème</sup> génération est coopérative, connectée, productrice d'énergie et de données ;
- L'utilisateur alimente les applications communautaires et génère des traces numériques via son smartphone ;
- Les nouveaux services fournissent des informations de trafic en temps réel, des boîtes noires dans les véhicules des flottes professionnelles et des prestations d'assurance de type « Pay as you drive ».

Toutes ces données contribuent à créer un « bien commun » qui pourrait être utile pour l'évaluation des politiques publiques de sécurité routière. Hélas elles sont cloisonnées et éclatées car produites par divers acteurs dont la plupart sont issus de la sphère privée. Pourtant, une harmonisation et un partage de ces données laissent entrevoir une meilleure maîtrise des infrastructures (base unique de vitesses légales, suivi), une meilleure efficacité des réseaux (transport en commun, gestion des carrefours, bouchons, alertes en temps réel pour les usagers et les services de secours, prévision du trafic) et une vision plus fine de l'accidentologie.

### De l'accidentologie à l'incidentologie, une évolution grandement permise par les EDR

Malgré la baisse des accidents qui réduit la puissance statistique de leurs analyses, les chercheurs souhaitent caractériser et détecter plus finement les situations à risques pour mieux les prévenir : c'est l'incidentologie. Au cœur de cette nouvelle discipline se trouve les EDR (Events Data Recorder – Enregistreur de données d'événement sur la route) qui délivrent de nombreuses données à partir de divers capteurs (cf. schéma).

Toutes ces données contribuent à l'émergence d'une infrastructure digitale et permettent aux pouvoirs publics d'identifier les points gris et de cartographier leurs infrastructures. Il est également possible de calculer le risque individuel d'un conducteur et de prévenir les défaillances de la conduite (anticipation de l'état de somnolence par exemple).



Figure 5 : l'EDR est constitué d'une multitude de capteurs

### La puissance publique fera-t-elle émerger le bien commun généré par la mobilité numérique ?

Les données produites par les EDR peuvent contribuer à l'amélioration de la sécurité routière et l'organisation des mobilités. Pour constituer ce « bien commun » de manière pertinente, M. SAINT PIERRE considère qu'une flotte de quelques milliers de véhicules équipés d'EDR serait suffisante pour ensuite effectuer des extrapolations. Mais seule une collaboration des différents acteurs à l'initiative des pouvoirs publics permettrait de standardiser les données routières, contrôler leur production, garantir leur qualité, leur mutualisation, sécuriser les accès et harmoniser les méthodes d'exploitation. Et il ajoute que les utilisateurs des véhicules équipés d'EDR devraient être rassurés sur leur protection juridique et contre le risque de contrôle-sanction à partir de toutes leurs données de conduite.

## Déploiement à grande échelle de véhicules autonomes : la route à parcourir est encore longue



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec

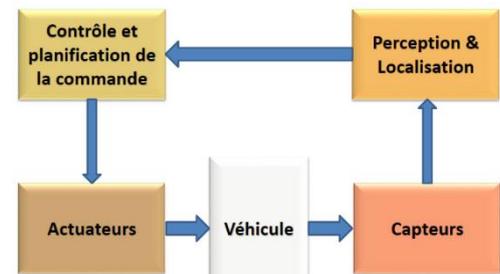
### Le véhicule autonome, une solution à l'inefficacité du système automobile et routier

L'humain responsable de 90% des accidents, des voitures inutilisées 95% du temps, la charge utile des voitures n'est que de 5%, une efficacité énergétique sous-exploitée, une surpopulation de véhicules, des infrastructures surchargées et dégradées, une intermodalité faible ou inexistante démontre l'inefficacité du système de transport routier actuel. Avec l'électrification des véhicules, la connectivité et l'automatisation de la conduite, le véhicule intelligent pourra offrir des perspectives pour rendre le système routier plus efficace et ainsi réduire drastiquement les collisions, les pertes de vies humaines et de temps, le nombre de véhicules, ainsi que de résoudre la problématique du « dernier kilomètre » afin d'améliorer l'intermodalité. De plus, le temps de réaction du véhicule autonome est d'environ 20 à 40 fois plus rapide que celui de l'homme. Il ne se fatigue jamais et son niveau attention est sans faille. De plus, ses capteurs embarqués explorent le spectre électromagnétique à des fréquences inaccessibles par l'homme, ce qui rend sa perception plus efficace à celle de l'homme.

### Le véhicule autonome et son intelligence artificielle reposent sur une logique probabiliste

Le véhicule autonome sera capable d'effectuer des tâches par lui-même, pouvant même rouler sans occupant. Comme l'être humain, il doit effectuer une succession de tâches.

- Percevoir et analyser son environnement immédiat, lointain, et étendu, détecter les obstacles fixes et mobiles, et ce, quels que soient le climat, la météo, le trafic, etc., à l'aide des capteurs embarqués ou des sources de données externes dont la qualité est parfois variable et incertaine ;
- Pouvoir se positionner, se localiser et s'orienter dans un repère ;
- Naviguer et choisir le « meilleur » itinéraire, planifier et réaliser les manœuvres de conduite ;
- Commander et contrôler la dynamique du véhicule via ses actuateurs (volant, freins, accélérateurs, etc.).



Au cœur de ce dispositif interviennent l'intelligence artificielle et le traitement des informations. Les données d'entrées étant imparfaites, les mécanismes de décisions reposent principalement sur des techniques statistiques et des choix probabilistes réalisés en continu et de manière dynamique, parfois à 100 km/h.

### La complexité systémique de la voiture connectée en vue de la voiture autonome

Déjà très complexe, la voiture se complexifiera avec l'intelligence embarquée, devenant ainsi le produit de masse le plus complexe fabriqué par l'homme. Elle est déjà équipée de centaines de capteurs et de processeurs. Le véhicule autonome nécessitera plus de 300 millions de lignes de code. Cette complexité rendra impossibles les tests exhaustifs des véhicules et demandera des techniques par échantillonnage, par simulation et par rodage sur route.

### Besoins d'autres constructions mentales pour tendre vers la conduite automatisée complète

Actuellement, les prototypes de voitures avec conduite automatisée coûtent entre 100 et 300 000 euros. Les progrès actuels sont principalement dus à la miniaturisation à faible coût des capteurs et des actuateurs. Mais le véritable défi porte sur l'intelligence artificielle dotant le véhicule d'un « instinct de survie inné », d'une conscience écologique et d'un sens de l'efficacité. Pour cela, les approches syntactique ou syntaxique actuelles en AI sont à revoir. La programmation des machines et les systèmes informatiques actuels n'ont pas véritablement évolué depuis les années 60 et de nouvelles approches doivent être développées. De plus la formation multidisciplinaire des futurs professionnels et ingénieurs du domaine demeure un challenge en éducation. D'autres défis sont également à relever : l'acceptation sociale et éthique, la législation, les assureurs et le partage des responsabilités, les modèles économiques de l'industrie automobile, la future cohabitation mixte humain-robot et le cycle de vie de ces véhicules.

<http://www.gel.usherbrooke.ca/LIV>

## Les enregistreurs embarqués dans les véhicules : de leurs présences à leurs usages en sécurité routière



Thierry SERRE



Directeur de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France 

### S\_VRAI : Sauver des Vies par le Retour d'Analyse sur Incidents

Un accident est un continuum spatio-temporel en 4 phases : la conduite normale, une situation de rupture qui nécessite une manœuvre d'urgence, un choc puis un post choc. En sécurité routière, les connaissances sont précises pour les accidents mortels ou corporels mais elles diminuent lorsque que la pyramide s'élargie (*graphique à droite*). Et comme le nombre d'accidents diminue, les chercheurs se sont penchés sur les incidents dans le cadre du projet de recherche S-VRAI afin de détecter des zones à risque. Un incident est une situation de conduite dangereuse, non maîtrisée ou à la limite de la maîtrise par le conducteur sans occasionner nécessairement un choc ou des dégâts. Il se caractérise par le dépassement de seuils physiques. Ce projet de 4 ans a été financé par la Délégation à la Sécurité Routière, coordonnée par le CEREMA et a impliqué des équipes de l'IFSTTAR.

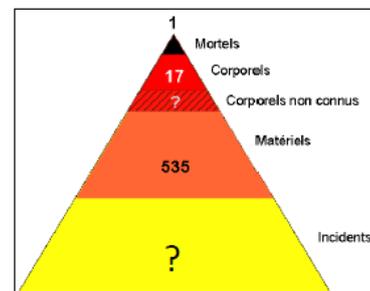


Figure 6 : Pyramide des accidents

### Les EDR (Event Data Recorder) enregistrent de nombreuses données pendant un trajet

Les EDR sont des boîtiers électroniques qui enregistrent de multiples données. Ils peuvent être branchés au bus CAN (Control Area Network) via la prise OBD (On-board diagnostic) afin de collecter les données qui transitent dans le véhicule : vitesses, angle du volant, régime moteur, pédales, ADAS, etc. Des calculateurs existent aussi par défaut dans le véhicule et sont dédiés à la détection d'un crash afin de déclencher des airbags et prétensionneurs. Des boîtiers dédiés comme l'EMMA de l'IFSTTAR sont des enregistreurs embarqués de Mécanismes d'accidents. Il enregistre les accélérations et les vitesses angulaires dans les trois axes et les positions GPS. Le smartphone du conducteur est également un EDR. « Boîte noire » ayant une connotation mouchard, M. SERRE préfère le terme « EDR ».

### L'utilisation des EDR est très encadrée juridiquement en France

Les données collectées ayant un caractère personnel, la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés demande de justifier la légitimité de l'utilisation, collecter uniquement les données nécessaires, avoir le consentement du conducteur, non diffusion aux responsables hiérarchiques, données anonymisées, conservation limitée dans le temps des données d'identification, véhicules équipés conformes aux normes en vigueur et homologation de l'EDR lui-même pour sa compatibilité électromagnétique (CEM, RTTE, DGEC).

### Les EDR permettent de prioriser les programmes d'intervention sur les infrastructures routières

Dans le cadre du projet S\_Vrai, 51 véhicules ont été équipés d'EDR. En un an, 116 000 kilomètres ont été parcourus lors de 3 502 trajets effectués par 220 agents volontaires. Un incident a été détecté en moyenne tous les 300 kilomètres, toutes les 5h de conduite. Il y aurait 20 000 fois plus d'incidents que d'accidents par kilomètres parcourus. 98 % des incidents se déroulent hors autoroutes et nationales. Chaque incident a fait l'objet d'un relevé de terrain, constatant la présence de nid de poule, d'une déformation de la chaussée, de la présence d'un arrêt de bus manquant de visibilité ou l'absence d'un panneau de virage dangereux, etc... Les analyses permettent de prioriser les programmes d'intervention, d'évaluer les nouveaux aménagements et de mieux considérer les camions ou les motos.

### Les EDR ont une utilité élargie à de nombreux acteurs et constituent un bien commun

M. SERRE partage l'avis de M. SAINT PIERRE sur la nécessité de considérer les données produites comme un bien commun. Gestionnaires de flottes, organismes de recherches publics, laboratoire d'innovation des constructeurs automobiles, assureurs, centres de formation ... ont un intérêt pour les EDR. Par exemple, les constructeurs peuvent évaluer la fréquence d'utilisation et l'efficacité des systèmes d'aide à la conduite. Les formateurs à la conduite peuvent analyser la conduite sportive/tranquille de leurs élèves et analyser leur écoconduite.



## Session de questions et réponses

### QUESTION 1



Matthieu VOLCO ???



???

M. VOLCO (???) rappelle que la vie privée est un droit de l'homme inscrit dans la déclaration universelle des Droits de l'Homme. Et il précise que le terme EDR n'a pas exactement la même connotation aux États-Unis où ils sont très utilisés par les assurances.

Concernant la connectivité entre les bases de données, il considère que certaines données privées sont à relativiser car fabriquées et contrôlées par des jeunes start-ups qui peuvent disparaître ou n'ont pas une bonne réputation. L'idéal serait bien sûr de tout transférer dans le domaine public mais il soulève un problème de temporalité et de volume de données. Si des données produites il y a 10 ans pouvaient être collectées, comment interagir avec les nouvelles et futures générations de données ?



???



???

Lors de la première journée du séminaire, le Délégué ministériel à la Sécurité Routière a parlé des data management platform ; utilisant des données du web pour envoyer des messages de sécurité prioritaires ciblés en fonction des conducteurs. Il est demandé à M. SAINT PIERRE son avis sur l'utilisation de ces méthodes, leurs conséquences et la nécessité ou non de revoir toutes les méthodes d'évaluation.



Guillaume SAINT-PIERRE



Chargé de Recherche, IFSTTAR-COSYS-LIVIC, France 

M. SAINT-PIERRE n'a pas eu la possibilité d'assister à la première journée. S'il trouve que cela va dans le bon sens, il a tout de même l'impression que l'intégration du numérique est poussive par rapport aux révolutions en cours. En Belgique, des expérimentations pour évaluer les vitesses sont réalisées avec des véhicules traceurs alors qu'en France ces mesures sont localisées et ciblées.

Dans cette logique de numérisation et de suivi des utilisateurs, il souligne la nécessité de l'élaboration d'un contrat moral entre l'utilisateur qui produit la donnée et celui qui l'utilise. En effet, l'utilisateur pourrait craindre que les données qu'il fournit en acceptant un EDR dans son véhicule soient utilisées dans une logique de contrôle-sanction.

## QUESTION 2



???



???

Visiblement, TESLA a mis sur le marché des véhicules avec des seuils de sécurité trop faibles qui se sont traduits par un accident mortel. La puissance publique est-elle en capacité de définir et imposer des taux d'erreurs suffisamment faibles pour l'adoption de système ? D'autres règles sont-elles envisageables pour ajuster le degré d'autonomie selon la qualité de l'information fournie par un capteur ?



Denis GINGRAS



Professeur et Directeur du Laboratoire sur l'intelligence véhiculaire, Université de Sherbrooke, Québec 

L'accident mortel concernait un véhicule TESLA qui a percuté un poids-lourd. L'analyse fine de l'accident a pointé plusieurs éléments :

- Un marché ultra-concurrentiel qui génère une lutte à mort pour être le premier et une agressivité marketing hors du commun. Ainsi, TESLA a mis en place très rapidement un « Autopilot » qui laisse penser qu'il suffit d'appuyer sur un bouton et qu'il n'y a plus rien à faire. Or il y a un manuel d'utilisation qui fait 40 pages en caractères fins, que personne ne lit, qui précise les nombreuses situations où il est inefficace.
- Des lacunes au niveau des capteurs car TESLA a utilisé le système Mobileye pour gérer le système de pilotage automatique alors qu'il est conçu initialement pour le stationnement automatisé. Ensuite, il y avait une réflectivité très importante du camion blanc et sa position de biais qui ne permettait pas de récupérer l'écho du radar et une partie du signal est passée sous la remorque entre les roues. La chaîne de décision basée sur des tests d'hypothèses statistiques, avec son lot d'incertitudes, a jugé qu'il n'y avait pas d'obstacle. En termes de taux d'erreur, l'idéal serait un taux d'erreur inférieur à  $10^{-9}$ , à savoir une détection manquée par milliard d'incidents. Le système Tesla ne le permettait pas.
- Le conducteur, un ingénieur féru de technologie, aurait été en train de regarder un DVD et n'était pas dans un mode attentif. C'est une belle démonstration du fait qu'un être humain ne peut pas reprendre la main dans une situation d'urgence. C'est pour cela que M. GINGRAS considère que le niveau 3 d'automatisation ne pourra pas être facilement déployé à grande échelle.

Pour M. GINGRAS, cet incident de Tesla est la démonstration que l'intelligence artificielle embarquée n'est pas suffisamment mature. Depuis un an, des sommes faramineuses sont investies sur l'intelligence artificielle. Toyota a investi un milliard d'euros dans un nouveau centre de recherches dans la Silicon Valley dédié à l'intelligence artificielle. Panda a suivi le pas avec un investissement équivalent d'un milliard de dollars. Général Motors a investi un demi-milliard. Ces investissements indiquent que l'intelligence artificielle est un vrai frein. Peut-être que la solution serait trouvée dans deux ans, mais au regard du développement historique de l'intelligence artificielle, cela devrait prendre plus de temps.



???



???

Avec le véhicule autonome, l'activité de conduite va évoluer vers une activité de surveillance d'automates. Il pourra y avoir des remontées de données de défaillances des véhicules, mais quid des remontées des défaillances du « conducteur » ? Ce serait l'occasion de mieux comprendre cette nouvelle activité qui demande de nouvelles compétences.



Laurent CARNIS



Chargé de recherche, IFSTAR-AME-DEST, France 

Au moment de l'essor de la voiture, l'industrie automobile a acheté des réseaux de tramways pour les détruire et créer un schéma d'exclusion et d'exclusivité pour la voiture. Suivre le chemin du véhicule autonome et des hyper technologies avec tous les coûts associés peut générer une dépendance. Pourtant, le véhicule autonome n'est qu'une voie pour résoudre différents problèmes.

Les discours sur la technologie sont toujours très positifs en mettant en avant les grands avantages, mais il y a toujours de nombreuses zones d'ombres. Si on tend vers une individualisation du risque, cela vient à l'encontre de la mutualisation du risque. Donc il y a un aspect collaboratif mais qui impacte la société.



Thierry SERRE



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

M. SERRE ne se considère ni comme un technophile sans limite, ni comme un ayatollah de la donnée généralisée. Il y a en effet de gros enjeux et cela doit être un élément essentiel du débat public, notamment à l'heure où on veut fichier tout le monde et s'en servir pour prédire le crime.

M. SERRE partage le point de vue selon lequel l'individualisation du risque est un peu contraire au principe de mutualisation. Il faut mutualiser cette information commune pour le bien de tous, plutôt que d'utiliser pour contrôler, pour sécuriser. De la même façon qu'un individu accepte les conditions de Google, il faut trouver une solution pour que le citoyen accepte de participer.



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

Au niveau européen, un groupe de travail de la plateforme C-ITS travaille sur ces questions. En France, la CNIL a lancé un groupe de travail sur les pactes de conformité pour les véhicules connectés et autonomes, qui réunit le monde de l'industrie automobile et quelques chercheurs dont Mme GUILBOT.

Dans le cadre du projet SCOOP, qui est une déclinaison française des systèmes coopératifs présentés la veille, l'IFSTTAR travaille aussi avec la CNIL pour dresser un cadre juridique qui soit compatible avec la protection des données de la personne et de la vie privée des personnes.



Joël VALMAIN



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

M. VALMAIN considère que la démarche d'utilisation des données numériques pour la sécurité routière est désormais enclenchée en France.

# Session 4 : ADAS, Véhicule autonome : Accessibilité et usages

## ANIMATEUR



Hélène TATTEGRAIN



Directrice de LESCOT, IFSTTAR-TS2, France 

## INTERVENANTS



Thierry BELLET, IFSTTAR



Nicolas SAUNIER, Ecole Polytechnique de Montréal



David SCHOENMAEKERS, Service Public Fédéral Mobilité et Transport

## Conception virtuelle centrée sur l'humain des ADAS du futur



Thierry BELLET



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LESCOT, France 

### Les Advanced Driving Aid Systems (ADAS) et le défi de la Coopération Homme-Machine

Les ADAS, apparus dans les années 90 jusqu'à être intégrés en série sur certains véhicules, ont contribué à l'automatisation progressive de la conduite. Mais l'automatisation totale du parc automobile n'est pas pour tout de suite, même si le véhicule autonome offre désormais des perspectives d'industrialisation. Il y aura donc des automatisations partielles (longitudinales ou latérales), temporaires (pour certaines manœuvres) et locales (sur certains tronçons) reposant sur des ADAS de plus en plus actifs, intelligents et adaptatifs. Mais comment favoriser une bonne Coopération Homme-Machine ? Comment gérer les phases de transition dans le contrôle du véhicule entre l'humain et la machine ? Jusqu'à quel point le conducteur peut-il remplir un rôle de « superviseur d'automates » ? Pour M. BELLET, cela nécessite de concevoir les ADAS en partant des besoins et des capacités de l'être humain.

### La simulation, solution nécessaire pour tester l'utilité et la pertinence des ADAS

Historiquement, les crash tests permettaient d'évaluer les solutions et équipements de sécurité routière. Mais la pertinence de l'évaluation d'un ADAS repose sur l'évaluation du « Système Homme-Machine » dans son ensemble. Or ces expérimentations sont très coûteuses, contraintes par la disponibilité matérielle, souvent tardives dans le processus de conception et questionnent la « double adaptivité » de l'ADAS et du conducteur. La conception virtuelle est alors un outil pour cibler les ADAS pertinents qui répondent aux besoins effectifs des utilisateurs finaux, de les concevoir et tester virtuellement avant prototypage puis à terme de les certifier avant la mise sur le marché.

### La Plateforme Virtual Human Centered Design pour la conception virtuelle des futurs ADAS

L'IFSTTAR a développé cet outil de simulation numérique qui est constitué de deux sous-plateformes :

- **Le véhicule virtuel** au sein de la plateforme Pro-SIVIC développé par l'IFSTTAR LIVIC et CIVITEC, et ayant donné lieu à une collaboration avec l'Université de Sherbrooke. Cette plateforme simule le véhicule avec des capteurs et des commandes virtuels, en interaction avec un environnement de circulation routière en 3D. Il permet ainsi de prototyper des capteurs et de les évaluer virtuellement. Grâce à la simulation numérique, il devient possible d'évaluer ces capteurs en faisant varier à l'infini les conditions climatiques, par exemple, afin de tester la robustesse d'algorithmes de façon systématique et de permettre, in fine, leur certification.
- **L'être humain virtuel** au sein de la plateforme COSMODRIVE (COgnitive Simulation MOdel of the DRIVER) développé par l'IFSTTAR LE SCOT. Ce modèle simule les trois principales fonctions requises pour la conduite : percevoir son environnement (stratégies d'exploration et traitement des informations sensorielles), se représenter mentalement la situation et prendre des décisions (fonctions cognitives), puis agir enfin sur les commandes du véhicule. Pour être au plus près de la réalité, différentes performances de conduite sont modélisées y compris les erreurs humaines. Des observations réelles de comportements humains via la technologie d'eye-tracking alimentent le modèle.



Visuel de la plateforme V-HCD (Virtual Human Centered Design)

### Des ADAS testés virtuellement, puis en simulateur de conduite par un humain, puis prototypés

Les simulations menées sans ADAS permettent d'identifier les scénarios critiques présentant un risque d'accident pour le conducteur virtuel COSMODRIVE. Ces informations alimentent les réflexions pour concevoir un ADAS qui répond aux besoins réels des conducteurs. Une fois l'ADAS conçu virtuellement, une nouvelle simulation est effectuée. Si l'ADAS n'est pas concluant, un nouveau cycle de conception virtuelle est lancé. Mais s'il est efficace, l'ADAS est alors testé dans un simulateur virtuel conduit par un humain en chair et en os. Ensuite peut alors être envisagée la création d'un prototype.

## Quelles technologies embarquées pour la mesure et le contrôle de la vitesse ?



Nicolas SAUNIER



Professeur, Polytechnique Montréal, Québec

### Une étude commandée par le Ministère des Transports du Québec sur les EDV et les SAIV

En 2014, le Ministère des Transports du Québec a commandé une étude pour définir une stratégie d'expérimentation de systèmes d'adaptation intelligente de la vitesse (SAIV) et d'enregistreurs de données de vitesse (EDV). Au cœur de ce projet, M. SAUNIER a travaillé avec des chercheurs de Polytechnique Montréal, de l'Université de Sherbrooke, d'HEC Montréal, de l'Université McGill, de l'Université de Montréal et de l'Université de Provence. Trois catégories de technologie ont été identifiées : les enregistreurs de données d'événements (EDR) de type boîte noire, les EDV, les systèmes d'aide aux choix de la vitesse dont les SAIV et les systèmes d'aide à la conduite jusqu'à l'automatisation complète. L'étude s'est focalisée sur les EDV et les SAIV.

### Les EDV permettent de suivre les comportements des conducteurs et de les évaluer

Les EDV compilent les vitesses pratiquées généralement à partir d'un récepteur GNSS (Global Navigation Satellite System) ayant une capacité stockage, tels les GPS ou les smartphones. Il y a plusieurs applications des EDV, les principales étant la gestion de flotte de véhicules et l'optimisation de leur consommation de carburant, et les programmes d'assurance télématique. Les assureurs utilisent les EDV pour identifier les comportements des conducteurs et ainsi calculer des rabais sur les primes d'assurance. En 2015, 6% des foyers québécois étaient équipés d'un dispositif d'assurance télématique ; 39 % des Québécois y étaient favorables ; mais 58 % considéraient ces dispositifs inutiles car ils considèrent déjà adopter les bons comportements. Les EDV soulèvent plusieurs enjeux légaux et éthiques puisque les données collectées constituent des renseignements personnels. Les utilisateurs doivent donc donner leur consentement à la collecte de ces données pour une finalité donnée. Les données personnelles doivent être sécurisées et conservées pour une période maximale déterminée, mais peuvent être transmises sans consentement lors d'enquêtes policières. Les EDV permettent par ailleurs d'évaluer les comportements d'écoconduite, de mesurer les conditions de circulation ou d'alimenter des projets de recherche. Leurs impacts seraient similaires à celui des EDR, dont les études internationales indiquent qu'ils contribuent à réduire le nombre d'accidents de 0 à 25 % et les coûts de réparation de 20 à 40 %.

### Les SAIV ont une longue histoire d'expérimentations internationales

Parmi les systèmes d'aide à la conduite (« ADAS » en anglais), les SAIV peuvent être installés dans le véhicule, dans une application mobile ou être une fonction d'un système d'aide à la navigation. Les SAIV informatifs se manifestent par un signal sonore, visuel et/ou haptique en situation d'excès de vitesse. Les systèmes actifs agissent sur le contrôle de la voiture (ajustement du système de carburation, activation des freins, etc.) de façon plus ou moins automatique. 40 études réalisées dans 6 pays depuis 25 ans ont démontré que les SAIV contribuent positivement à la sécurité routière (cf. *tableau*). Les SAIV les plus performants fournissent une information en continu, proposent une tolérance raisonnable de dépassement des vitesses pour éviter des signaux trop intrusifs et assurent une fiabilité avec la signalisation en vigueur. En 2014, 22 % des Québécois se disaient favorables à limiter la vitesse des véhicules à celles des limites de vitesses des routes. Mais l'absence de mécanismes de mise à disposition et de mise à jour des bases de données des vitesses empêche d'avoir une stratégie nationale de déploiement. Par ailleurs, des SAIV commencent à devenir disponibles sous forme informative et même active (par ex. dans les véhicules Ford, Honda et Audi depuis 2015). Enfin, les nombreux développements récents dans l'automatisation des tâches de conduite remettent en question le potentiel de déploiement des SAIV.

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

Figure 7 : Impacts des SAIV sur la sécurité routière

## Les enregistreurs embarqués dans les véhicules : de leurs présences à leurs usages en sécurité routière



David SCHOENMAEKERS



Service Public Fédéral Mobilité et Transport, Belgique 

### Volonté politique de développer le véhicule autonome pour une meilleure sécurité routière

Le véhicule autonome est une source d'espoir pour réduire les accidents de la route et leurs conséquences. Ainsi, il y a eu une volonté politique pour favoriser le véhicule autonome via des tests en conditions réelles. En mars 2015, un groupe de travail a été constitué pour faciliter les expérimentations de véhicules automatisés. Un sous-groupe constitué de l'administration fédérale en charge de la Mobilité et des Transports, des services publics régionaux, d'acteurs privés (Agoria et Febiac) et de l'Institut Belge pour la Sécurité Routière avait pour mission d'élaborer un Code de bonnes pratiques. Le Conseil des Ministres a approuvé en septembre 2016 ce Code qui se veut pragmatique et ouvert aux évolutions.

### La Belgique dispose désormais d'un cadre légal pour expérimenter le véhicule autonome

Le cadre sert à promouvoir les expérimentations de nouvelles technologies en Belgique tout en minimisant les risques possibles, afin de garantir la sécurité routière. Les recommandations du Code de bonnes pratiques se sont inspirées du guide existant au Royaume-Uni. Ces expérimentations concernent toutes sortes de véhicules automatisés et tous les niveaux d'automatisation avec la présence d'un conducteur. Des tests de véhicules sans conducteur sont possibles mais uniquement en dehors des voies publiques et si la vitesse reste inférieure à 30 km/h. L'organisme d'essai qui souhaite effectuer l'expérimentation remplit un formulaire de demande et en discute avec les autorités. Une évaluation positive de la part de l'autorité fédérale résulte en une autorisation « prototype ». D'autre part, l'administration régionale délivre une attestation incluant les conditions d'usages de l'infrastructure



Véhicules autonomes



Code de bonnes pratiques  
d'expérimentation en Belgique

Figure 8 : Page de garde du Code de bonnes pratiques

routière. Par exemple, les zones d'essais peuvent être restreintes à des routes caractérisées par un trafic moins dense, uniquement pendant les heures creuses ou encore en désactivant les systèmes aux intersections des autoroutes. À l'issue de l'expérimentation, les parties discutent du rapport d'essai.

### L'organisme d'essai doit respecter de nombreuses obligations de sécurité

Les obligations de sécurité concernent :

- **La sécurité du véhicule** : Analyse des risques des essais proposés, processus de transition entre la conduite en mode automatisé et la conduite en mode manuel, un appareil d'enregistrement des données, la conformité avec le contrôle technique, un haut niveau de sécurité du logiciel et de protection des données.
- **Le personnel d'essai** : Permis de conduire approprié, procédures de formation, procédures pour garantir que les conducteurs restent alertes, interdiction de consommation d'alcool et de drogues, information des passagers, vérification en amont du bon fonctionnement des systèmes et des procédures d'urgence.
- **Relation institutionnelle** : avertir les forces de l'ordre, informer la compagnie d'assurance de l'utilisation de ce véhicule comme « prototype », permettre aux autorités d'assister aux essais, transmettre un journal d'audit des essais.

### Le European Truck Platooning Challenge : des camions roulent en peloton

Ce projet transfrontalier permet de constituer un peloton de camions. Le premier camion communique en WIFI-P avec le deuxième camion qui dispose d'un radar pour détecter le camion le précédent. La première expérimentation est partie de Belgique le 6 avril 2016 pour arriver à Rotterdam aux Pays-Bas. Cette procédure de test a impliqué les autorités belges et néerlandaises, un organisme indépendant d'analyse des risques, des conducteurs d'essai bien formés et familiarisés avec le système ainsi que les forces de l'ordre. En plus, le Code de bonnes pratiques, dans sa forme préliminaire, a lui-aussi réussi son test pratique.

## Session de questions et réponses

### QUESTION 1



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

Les présentations sur les aides à la conduite alimenteront clairement les réflexions du groupe WP1 du CEE-ONU. Une réunion fin janvier-début février 2017 aura lieu à Paris pour remettre sur la table le sujet des systèmes d'adaptation intelligents de la vitesse. Lorsqu'un véhicule autonome circulera sur autoroute et que le conducteur effectuera une autre tâche, est-ce que ce dispositif sera une aide à la conduite ou une automatisation ? Y-a-t-il vraiment une différence ?



Thierry BELLET



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LESCOT, France

M. BELLET considère qu'il y a une différence entre les ADAS et l'automatisation. Mais le niveau 3 d'automatisation pourrait être considéré comme un cumul des ADAS. Par contre, il est convaincu que le niveau 3 d'automatisation est irrationnel pour l'être humain, car il voudra s'atteler pleinement à une autre tâche que celle de la conduite. Cet état intermédiaire avant l'automatisation complète est une vue intellectuelle et ne représente pas l'avenir.



Nicolas SAUNIER



Professeur, Ecole Polytechnique de Montréal, Québec

Il est très intéressé par la différence entre les ADAS et la conduite automatique. Il se demande à quel moment on parle d'automatisation lorsque les fonctions de conduite sont déléguées petit à petit à un système automatique.



???



Ancien de chez NAVYA

Les espérances dans le véhicule autonome pour diminuer la consommation globale des carburants liée au respect des vitesses est faible à cause d'un effet de tassement de distribution des vitesses. Ceux qui prenaient 5 ou 10 km/h de marge en dessous des limitations roulent désormais plus vite. Dans ses souvenirs, une des limites au déploiement des SAIV était l'accessibilité et le maintien d'une base de données des vitesses. Il précise que le métier de chercheur consiste à questionner la société en toute indépendance et objectivité.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

Dans le WP1 du CEE-ONU, il a été décidé que les expérimentations, démonstrations et essais ne doivent pas forcément répondre aux conditions de la Convention de Vienne. Toutefois, un cadre de sécurité strict est nécessaire comme c'est le cas pour la Belgique. Le cadre légal au Royaume-Uni est quant à lui très léger, attirant ainsi de nombreux constructeurs automobiles pour effectuer leurs essais. Volvo va mettre 100 véhicules plus ou moins autonomes pendant six mois à la disposition de conducteurs naïfs et très peu formés. En voulant avancer trop vite comme TESLA, des problèmes pourtant anticipés apparaissent publiquement et nuisent au projet du véhicule autonome. La France avait été sollicitée par les Pays-Bas dans le cadre du European Truck Platooning Challenge mis en place dans le cadre de la Présidence Néerlandaise de l'Union Européenne. Mais, elle avait refusé pour des raisons de sécurité, craignant que des voitures s'intercalent entre les deux camions car trop distants. Ce scénario prévisible s'est d'ailleurs produit dans l'expérimentation.



David SCHOENMAEKERS



Service Public Fédéral Mobilité et Transport, Belgique

Selon les constructeurs et les pays, les distances entre camions varient entre 5,5 secondes jusqu'à 12,2 secondes. Même avec des distances assez courtes, des voitures et des camions se sont intercalés générant des incidents, mais pas d'accidents. Le challenge reste anecdotique pour en tirer des enseignements scientifiques. Le constat réalisé est

qu'avec la densité de sorties et entrées d'autoroute, le système était régulièrement désactivé, perdant de son efficacité.



???



Québécois

Certains ADAS, comme le système anticollision avec prise de contrôle du véhicule pendant quelques secondes, n'enlèvent pas la responsabilité du conducteur qui reste conscient que ce n'est qu'une aide et qu'il reste maître du véhicule. Permettre à un conducteur de se dégager de la conduite pendant une ou deux heures relève vraiment du niveau 3. Et obliger une personne à rester derrière un volant sans rien faire, ne serait-ce quelques minutes, est utopique. Le niveau 3 existera probablement dans la phase de développement. Dans le projet pilote de l'Université de Pittsburg et d'Uber, ce sont des thésards et des ingénieurs de ces organisations qui sont derrière le volant. Mais pour atteindre les grands volumes de kilomètres parcourus pour parfaire le rodage, beaucoup de personnes différentes seront nécessaires. Les pouvoirs publics qui autorisent les expérimentations sur leurs routes exigent rarement d'avoir accès aux données, alors qu'elles pourraient alimenter leurs réflexions dans l'analyse des incidents et des statistiques. Y-a-t-il une raison particulière pour que la Belgique n'exige pas d'accéder à ces données ?



Thierry BELLET



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LESCOT, France 

L'administration OBAMA demandait clairement aux constructeurs et testeurs de partager les données. Toutefois, il n'y a pas l'air d'y avoir de mécanismes et de procédures.



???



???

Donner un accès à ces données aux chercheurs permettrait d'étudier les incidents, d'ajouter des recommandations pour les futurs systèmes et d'avoir un avis indépendant du testeur et du constructeur.



David SCHOENMAEKERS



Service Public Fédéral Mobilité et Transport, Belgique 

Les pouvoirs publics ne peuvent avoir accès aux données qu'en cas d'accident car les pouvoirs publics seraient responsable d'avoir autorisé le test. Ce n'est pas à l'autorité d'effectuer les recherches, c'est à l'organisme de test. Une telle collaboration serait bien entendue très utile mais les pouvoirs publics ne peuvent pas l'obliger.



???



???

L'ACC est un ADAS qui correspond au niveau 1 d'automatisation. Ainsi, il n'y a pas de frontière entre les ADAS et les automatisations. Les ADAS font parties des niveaux bas des automatisations.



???



???

Au-delà de la réflexion sur les niveaux d'automatisation, deux questions importantes sont omises :

- En cas d'incident, la conduite est-elle redonnée au conducteur ou le véhicule effectue une mise en sécurité ?
- Comment s'assurer et vérifier que le conducteur effectue correctement sa tâche de surveillance, au-delà du fait qu'il ait signé un papier ?



???



???

La réglementation demandera un contrôle du conducteur et imposera au constructeur une stratégie au cas où le conducteur ne soit pas là pour reprendre la main. C'est le « minimum responsive ».

## Session 5 : Véhicules autonomes, sécurité routière et responsabilité juridique

### ANIMATEUR



Patricia COURANGE



Responsable de la cellule Sécurité routière, Direction Sécurité routière, Bruxelles Mobilité, Service public régional de Bruxelles, Belgique 

### INTERVENANTS



Michèle GUILBOT, IFSTTAR



Lyne VEZINA, Société de l'Assurance automobile du Québec

# Véhicules communicants, délégation de la conduite et responsabilités juridiques



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France 

## Absence de définition légale du « véhicule de demain »

Des définitions du « véhicule connecté », des « systèmes d'aide à la conduite » et du « véhicule autonome » ont été proposées par la commission d'enrichissement de la langue française en juin 2016, mais elle ne leur confère pas de valeur légale. La référence à la notion de *délégation de conduite* dans la loi du 17 août 2015 permet de mieux apprécier les fonctionnalités des technologies d'automatisations avancées du véhicule ainsi que le changement fondamental de nature de l'acte de conduite, et offre une grille de lecture pour apprécier les responsabilités en cas d'accident.

## Des règles et recommandations de sécurité pour prévenir les risques

La sécurité du véhicule répond à des réglementations techniques internationales et communautaires, ou à des normes souvent facultatives comme la norme ISO 26262 sur la sûreté de fonctionnement des systèmes électriques et électroniques embarqués, ainsi qu'aux réglementations sur la sécurité des produits. Leurs modalités de mise en œuvre peuvent impacter les responsabilités.

## Cinq points de conflits potentiels à anticiper

Pour gérer au mieux les risques et imputer les responsabilités en cas d'accident, cinq points doivent être techniquement et juridiquement encadrés.

- **Le conducteur** : quels seront le statut et le rôle de la personne derrière le volant ? Conducteur, opérateur, passager ? Quid d'une personne opérant à distance avec une télécommande ? Des travaux sont en cours pour modifier les conventions internationales sur la circulation routière (Vienne, 1968 ; Genève, 1949).
- **La répartition des tâches entre l'humain et le système** : elle devra être bien définie pour chaque fonctionnalité déléguée ; les transitions devront être précisées et gérables en situations de conduite et d'urgence. Les recommandations des experts, en particulier des ergonomes devront être prises en compte.
- **La qualité de la connectivité** : la cyber sécurité du véhicule, des équipements routiers et de la signalisation dynamique est un sujet essentiel. La réglementation et les normes sont à compléter ou en construction.
- **La qualité de la communication** : les messages doivent être lisibles par l'être humain et par le système, fournis au bon moment. Leur source doit être identifiable (capteurs, autres véhicules, infrastructure, etc.).
- **L'autonomie** : comment imputer la responsabilité d'un programme dont les décisions et les actions évolueront grâce à ses capacités décisionnelles, d'actions et d'auto-apprentissage ?

## Deux exemples de jurisprudence en France concernant les SAIV

Les responsabilités civiles, administratives et pénales des parties prenantes dans la conception, la fabrication, l'exploitation des systèmes peuvent être mobilisées et la responsabilité des conducteurs atténuée. Deux jurisprudences pénales, suite à des accidents mortels, sont évocables. Après une réaction inappropriée pour pallier le dysfonctionnement du système d'aide au freinage, une conductrice a été condamnée à une peine réduite en raison du défaut d'information sur le comportement à adopter. Le constructeur a été condamné (1). Un conducteur a été exonéré pour contrainte physique externe suite au dysfonctionnement d'un régulateur de vitesse (2).



Dessin : Joël Yerpéz

## Quels outils pour apprécier les liens de causalité et imputer les responsabilités ?

L'EDR permettrait d'apprécier les faits mais pose les questions de l'interprétation des données, de leur accès, de leur disponibilité et de leur intégrité. Plus largement, la transparence des algorithmes, l'accès aux données techniques et aux données personnelles concernant les conducteurs, la traçabilité des actions, sont confrontés aux droits des parties en termes de protection des données personnelles et de protection du secret des affaires.

## Les véhicules autonomes : rôles et responsabilités du conducteur



Lyne VÉZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec

### Les spécificités du régime d'assurance au Québec

Les dommages corporels sont gérés par un régime public d'assurance par la Société de l'assurance automobile du Québec. Les primes d'assurances sont prélevées sur les permis de conduite et l'immatriculation des véhicules et l'indemnisation est basée sur un régime sans égard à la responsabilité de l'individu. Par contre, les dommages matériels sont couverts par des assurances obligatoires à contracter auprès d'assureurs privés.

### Dans le code de la Sécurité Routière, le conducteur est encore maître de son véhicule

Dans le code de la Sécurité Routière, un véhicule est conduit par un conducteur compétent et ayant toutes ses capacités. L'article 5.1 précise « ... une personne est présumée avoir la garde ou le contrôle d'un véhicule routier lorsqu'elle occupe la place ou la position ordinairement occupée par le conducteur dans des circonstances qui permettent de croire qu'elle risque de mettre le véhicule en mouvement. ». L'article 60.1 précise « Les prescriptions relatives aux permis d'apprenti-conducteur, permis probatoire, permis de conduire et permis restreint visent à s'assurer que l'autorisation de conduire n'est accordée qu'aux personnes qui possèdent les compétences et les attitudes nécessaires à la sécurité du public. » Dans certains cas, le propriétaire du véhicule peut être responsable.

### Vers une évolution du rôle du conducteur avec les technologies embarquées

Avec l'évolution progressive des technologies embarquées, le rôle du conducteur pourrait évoluer d'un conducteur formé, compétent et en pleine possession de ses moyens en tout temps qui effectue toutes les manœuvres ; à un conducteur bénéficiant de certains dispositifs d'aide à la conduite, mais capable de réagir à tout moment ; à un système complètement autonome avec un conducteur capable de reprendre le contrôle en cas de défaillance du système ; à un système où aucune intervention humaine ne serait nécessaire. Ces évolutions impacteront la formation des conducteurs et nécessiteront d'intégrer des modules relatifs aux fonctionnalités d'assistance à la conduite, sur les limites de ces systèmes et sur leurs conditions d'utilisation.

### Conduire après une période de conduite autonome génère une conduite moins sécuritaire

Brandenburg et Skottle ont observé en 2014 sur un simulateur de conduite les comportements de conduite avant et après 20 minutes de conduite autonome sur 33 km. Résultat, les conducteurs roulaient plus proches du véhicule de devant, roulaient plus vite sur certains tronçons et décalaient la position latérale de leur véhicule.

### Les conducteurs projettent dans le véhicule autonome un usage contraire à la loi actuelle

Le Traffic Injury Research Foundation a effectué un sondage auprès de 2 662 canadiens pour appréhender leur rapport à ces nouveaux véhicules. Puisque le véhicule autonome ferait le travail pour eux, 9 % conduiraient avec des facultés affaiblies, 24 % conduiraient en état de fatigue, 10 % dormiraient et 17 % en profiteraient pour avoir une activité distincte. Dans certaines situations, 31 % des conducteurs désactiveraient le système autonome pour aller plus vite en cas de retard, et 13 % le désactiveraient pour passer un feu rouge. Et en cas de collision inévitable, 63 % considèrent que la vie du conducteur devrait être privilégiée.

### L'évolution du rôle du conducteur aura de nombreuses répercussions

Pour faciliter l'essor du véhicule autonome, il est nécessaire de faire évoluer les lois pour permettre les expérimentations puis à terme leur déploiement. L'évolution du rôle du conducteur questionnera la notion de propriété, d'immatriculation, de formation des conducteurs, la tarification des assurances, la répartition des responsabilités des constructeurs en cas de défaillance du système ou de celle du conducteur en cas de désactivation de la fonction autonome de conduite. Des règles de preuves, des principes d'enquêtes et d'accès aux données du véhicule sont à inventer.

## Session de questions et réponses

### QUESTION 1



Benoit Beroud



Fondateur de Mobiped, société de conseil en mobilité durable pour tous et rédacteur de cette synthèse

Deux tendances sociétales émergent actuellement. D'une part, il y a l'open data et le partage de données. C'est certainement une piste à creuser pour accéder aux informations des organismes de tests. D'autre part, il y a l'open source. La Fonderie en Île-de-France mène un projet de voiture autonome en open source. Dans ce cas, il y aurait de nombreux programmeurs qui seraient très distincts, ce qui poserait d'autres problèmes pour identifier les responsabilités dans le code. Est-ce que ces deux tendances sont incluses dans les réflexions législatives ?



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

Il y a des choses à faire, notamment pour la recherche publique, mais toutes les données ne seront pas ouvertes et accessibles à tout le monde. La loi sur la République numérique a été publiée en octobre 2016 et concerne notamment l'open data. Mais l'accès aux données est un sujet compliqué, y compris vis-à-vis des autorités judiciaires, de la CNIL ou de l'ANSSI. Il y a d'autres législations à considérer : le droit de propriété intellectuelle, le droit des données à caractère personnel, la directive Européenne sur le "secret des affaires", etc.

### QUESTION 2



Régis CHOMEL DE JARNIEU



Président de l'association francophone de prévention des comportements sur la route, enseignant en sécurité routière

Une des jurisprudences cite l'état de panique dans la chaîne de responsabilité. Une personne ayant un accident à cause d'une situation de panique juste après l'obtention du permis de conduire pourrait-elle se retourner contre l'examineur ?



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

Dans la jurisprudence citée, la personne n'a pas pu utiliser le dispositif car elle n'avait pas reçu d'explication. Elle a alors paniqué et tué deux enfants. Elle a été condamnée mais a reçu une certaine indulgence de la part du juge car elle n'était pas l'unique responsable.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

Imaginons que l'État puisse être mis en cause car il n'a pas mis en place les systèmes de formations et d'informations nécessaires, au-delà de ceux fournis par les loueurs ou les constructeurs ?



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

Si l'État a une responsabilité morale, l'État n'est pas responsable pénalement. Et elle n'a pas connaissance de jurisprudence sur la responsabilité administrative.

### QUESTION 3



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

A la question "A partir de quand le conducteur n'est plus responsable avec des véhicules de plus en plus automatisés ?", une juriste du Ministère de la Justice a précisé que le conducteur sera potentiellement responsable même si 1 % de la décision lui incombe. Comme l'évolution vers le véhicule autonome s'effectuera petit à petit, M. VALMAIN craint que les constructeurs joueront sur cette corde pour ne jamais être responsables, même s'il imagine qu'ils prendront leurs responsabilités.



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

Madame GUILBOT se réfère au lien de causalité et à l'analyse de l'imputabilité. Comment prouver en tant que conducteur que c'est le système qui a pris la décision et qui nous a entraînés là-dedans ? Dans la jurisprudence du régulateur de vitesse, l'automobiliste a réussi à prouver le dysfonctionnement car il savait précisément comment l'utiliser. Peut-être que les constructeurs vont trouver des biais pour ne pas être responsables.

### QUESTION 4



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France

À travers l'enquête sur les futurs usages dans un véhicule autonome, M. VALMAIN retient que :

- 20 % des personnes interrogées ont déjà pensé à une utilisation perverse du système.
- 37% seraient d'accord pour se sacrifier en cas de collision inévitable, si on regarde le bon côté des choses

### QUESTION 5



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France

Les constructeurs se sont déjà renseignés sur les responsabilités civiles, pénales et administratives pour savoir à quels risques ils s'exposent. En France, la responsabilité d'un accident résulte de la décision d'un juge et en aucun cas d'une des parties prenantes de l'accident. Or Volvo et Daimler ont récemment précisé qu'en cas d'accident corporel avec un de leur véhicule ayant un niveau de délégation de conduite élevée, ils prendraient la responsabilité de l'accident. Apparemment, le cadre juridique suédois permet de se déclarer responsable a priori. Est-ce le cas au Québec ?



Lyne VEZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec

Sans être juriste, Mme VEZINA estime que non car aucune poursuite n'est possible sur les dommages corporels y compris au civil au Québec. La question serait de savoir si la SAAC pourrait se retourner contre le constructeur pour l'indemnisation. À réfléchir.



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

Si les constructeurs offrent une jolie somme d'argent à la victime, elle n'ira probablement pas au civil. Mais ça n'exclue pas des poursuites au pénal. En France, la loi Batinder stipule que l'implication d'un véhicule génère une obligation d'indemnisation par l'assureur du conducteur ou du gardien du véhicule et s'ensuit des transactions entre assurances. Certaines se réalisent sans procès. La notion de « gardien » n'est pas propre au propriétaire titulaire du certificat d'immatriculation et peut concerner ceux qui ont conçus le dispositif. Ce serait effectivement plus simple de dire que le constructeur est responsable et qu'il négocie avec les parties prenantes une offre d'indemnisation.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France.

M. MIGNOT demande à M. VEZINA un éclairage sur les situations pouvant engendrer des poursuites pénales au Québec.



Lyne VEZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec

Un individu ne peut pas poursuivre l'autre conducteur pour dire qu'il est en faute. Chaque individu est indemnisé par la SAAC. Par contre, le conducteur fautif peut aussi être condamné pour conduite dangereuse, consommation d'alcool au volant, vitesse excessive pouvant amener un retrait de permis ou faire de la prison s'il est condamné comme criminel.



Michèle GUILBOT



Chargé de Recherche, IFSTTAR-TS2-LMA, France

En France, c'est le Ministère public qui poursuit en premier le conducteur fautif au pénal. Une fois l'information judiciaire ouverte, le conducteur victime peut adjoindre son action civile à l'action une fois ouverte. Et si le conducteur victime n'est pas d'accord avec le classement sans suite par le Parquet, alors il peut par voie d'incitation directe poursuivre au pénal le conducteur fautif, ce qui n'est a priori pas possible au Québec.



Bernard LAUMON



Président du Collège Français de Médecine du Trafic, France

Lors de l'achat ou de la location d'un véhicule, aucune information n'est fournie sur comment il marche, ni sur les modalités d'usage des SAIV. Les personnes habituées aux boîtes manuelles qui conduisent avec une boîte automatique peuvent se faire surprendre en ayant le réflexe d'appuyer sur la pédale de débrayage, pour finalement se rendre compte que c'était la pédale de frein et risquer de se faire percuter par un autre véhicule. Le conducteur peut-il poursuivre le constructeur qui a mis une boîte automatique ?



Lyne VEZINA



Directrice de la recherche et du développement en sécurité routière, Société de l'assurance automobile du Québec, Québec

Les besoins de formation iront en grandissant au fur et à mesure que les véhicules sont de plus en plus complexes. Lors de l'achat d'un véhicule, le concessionnaire présente les différentes fonctionnalités du véhicule. Le plus souvent, c'est de l'information et non pas de la formation. Il est évident que les loueurs et les concessionnaires devront s'intéresser à ces questions, notamment dans la période de transition car les conducteurs devront être au fait des limites de chacun des systèmes embarqués.



Yves PAGES



Chef de projet "Expérimentation Véhicule Autonome", Renault, France

Les constructeurs ont un devoir moral à ceux qui veulent les acheter d'offrir des véhicules qui sont sûrs. La conception d'un véhicule autonome est très différente de la conception des véhicules traditionnels.

D'une part, les phases de simulation ou de validation sont extrêmement rigoureuses avec la poursuite de trois objectifs en toute transparence avec les pouvoirs publics : la validation technique, la validation de la prestation et l'évaluation par rapport aux espoirs initiaux. Les données techniques ne seront pas partagées car elles concernent encore la phase de conception qui est propre au métier de constructeur, comme lors de la conception d'une direction assistée ou d'un système de freinage. Le partage des données est possible lors de la validation de la prestation. C'est le cas dans le cadre de programme de recherche en partenariat avec les pouvoirs publics et les organismes de recherches. D'autre part, l'objectif du véhicule autonome est de diviser par au moins deux l'accidentalité et par plus l'accidentalité mortelle. Cela se traduit par une liste d'unités de problèmes et d'usages raisonnablement prévisibles. Les constructeurs vont avoir la responsabilité de démontrer que les voitures développées sont sûres.

## Communications affichées – remise du prix



Virginie ETIENNE



Ingénieur de recherche, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France. 

Chaque année, un concours des meilleures communications affichées est organisé dans le cadre de cette conférence. Chaque thésard présente en 2 minutes le cadre de sa recherche pour donner envie à chacun de lire leur poster et pour convaincre le jury de la pertinence de leur travail.



Dominique MIGNOT



Directeur du département « Transport, Santé, Sécurité », Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR), Lyon, France 

M. MIGNOT présente le lauréat du concours de la meilleure communication affichée : Guillaume PEPIN, doctorant au LESCOT (Ifsttar-TS2), qui travaille sur les caractéristiques et l'influence du vagabondage de la pensée en conduite. Il reçoit en récompense un disque dur.

## ***Dispositifs mécaniques, électromécaniques et électroniques pour les commandes primaires dans les véhicules adaptés pour les personnes ayant des déficiences physiques sévères : une enquête sur la perception des conducteurs et des professionnels en adaptation de conduite automobile.***

**Auteurs :** Anita Gagnon, erg, BSc<sup>1,2</sup> ; François Routhier, ing, PhD<sup>1,2</sup> ; Claude Vincent, erg, PhD<sup>1,2</sup> ; Isabelle Gélinas, erg, PhD<sup>3,4</sup> ; Dana Benoit, erg, MSc<sup>3,5</sup> ; Mélanie Couture, erg, MSc.<sup>6</sup> <sup>1</sup>Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale du CIUSSS-CN/IRDPO, <sup>2</sup>Département de réadaptation de l'Université Laval, <sup>3</sup>Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain du CISSS-Laval/HJR, <sup>4</sup>École de physiothérapie et d'ergothérapie de l'Université McGill, <sup>5</sup>Programme de conduite automobile et adaptation de véhicule du CIUSSS-Centre-Ouest-de-l'Île-de-Montréal/CRCL, <sup>6</sup>Programme d'évaluation et d'entraînement à la conduite automobile du CIUSSS-CN/IRDPO.

**Mots clés :** Adaptation de véhicule, conduite automobile, dispositif électronique et électromécanique, incapacité physique.

**Problématique :** Au Québec, pour la conduite automobile, les dispositifs électromécaniques et électroniques (DEME) pour les commandes primaires ne sont pas permis en raison d'un manque de connaissances concernant leur sécurité, les adaptations de véhicule ainsi que la réglementation entourant ce type d'aide technique. Ainsi, les personnes ayant des incapacités physiques majeures qui n'arrivent pas à conduire avec les dispositifs mécaniques conventionnels (DMC) se voient restreints dans leur autonomie. Ce projet répond à une demande de la Société d'assurance automobile du Québec (SAAQ) quant au développement de connaissances pour améliorer les interventions, les politiques, les pratiques ou encore les programmes d'adaptation de véhicule en ce qui a trait à l'adaptation de véhicules pour les commandes primaires.

**Objectifs :** Le premier objectif de ce projet consiste à déterminer et documenter les habitudes de vie et les limitations fonctionnelles des personnes ayant des incapacités physiques majeures utilisateurs de DMC ou de DEME pour la conduite ainsi que leur niveau de satisfaction par rapport à l'utilisation des dispositifs. Le second objectif consiste à déterminer les paramètres pour lesquels un professionnel prescrit ces types de dispositif.

**Méthodologie :** Le développement de deux sondages internet s'est fait à l'aide d'une équipe d'expert en conduite automobile et inspiré du questionnaire 'Évaluation de la satisfaction et de l'utilisation de véhicules adaptés (ESUVA)'. Le recrutement s'est fait via des professionnels en conduite automobile du Québec, du Canada, de la France et des États-Unis. Au total, 16 personnes ayant des incapacités physiques majeures utilisateurs de DMC et 17 utilisateurs de DEME ont été recrutées. Un total de 84 professionnels a également répondu au sondage.

**Résultats :** Les utilisateurs de DMC utilisent de 4 à 6 fois/sem. leur véhicule pour vaquer à leurs occupations, soit autant que ceux de DEME. Le km/an est semblable à la population générale. Les DMC impliquent plus de contraintes pour les autres conducteurs. De plus, les températures hivernales induisent des problématiques au niveau des efforts réduits au volant des DMC alors que les DEME permettent plus d'adaptabilité. L'ensemble des participants affirment être satisfaits des DMC et DEME et de l'encadrement reçu par les professionnels. Ils mentionnent que la conduite automobile favorise leur participation sociale. Les professionnels qui ne recommandent pas de DEME précisent que des formations supplémentaires seraient primordiales avant de recommander ce type de dispositif. Ceux qui en prescrivent déjà indiquent que ces équipements sont sécuritaires, fiables et durables. Ils rapportent toutefois certaines lacunes au niveau de l'installation qui n'est pas toujours faite chez des installateurs certifiés.

**Conclusion :** Les procédures employées par les professionnels en conduite automobile répondent aux attentes des personnes ayant des incapacités physiques majeures. Ceux-ci sont satisfaits tant au niveau de l'évaluation, de l'entraînement et du sentiment de sécurité au volant. Les DMC et DEME leur permettent d'être autonomes et actifs en société. Des normes devraient être mises en place quant à l'évaluation, l'entraînement, l'installation et le financement au Québec afin de favoriser le changement au niveau de l'autorisation des DEME par la SAAQ.

# Enquête sur les dispositifs mécaniques, électromécaniques et électroniques pour les commandes primaires dans les véhicules adaptés pour les personnes ayant des déficiences physiques sévères : la perception des conducteurs et des professionnels

Anita Gagnon<sup>1,2\*</sup>, François Routhier<sup>1,2</sup>, Claude Vincent<sup>1,2</sup>, Isabelle Gélinas<sup>3,4</sup>, Dana Benoit<sup>3,5</sup> et Mélanie Couture<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Centre interdisciplinaire de recherche en réadaptation et intégration sociale du CIUSSS-CMRRDPQ, <sup>2</sup>Département de réadaptation de l'Université Laval, <sup>3</sup>Centre de recherche interdisciplinaire en réadaptation du Montréal métropolitain du CIUSSS-Laval/UR, <sup>4</sup>École de physiothérapie et d'ergothérapie de l'Université McGill, <sup>5</sup>Programme de conduite automobile et adaptation de véhicule du CIUSSS-Centre-Ouest-de-Île-de-Montreal/CRQ, <sup>6</sup>Programme d'évaluation et d'entraînement à la conduite automobile du CIUSSS-CMRRDPQ, \*anita.gagnon.1@ulaval.ca

**Problématiques**

- Le taux d'incapacité est en augmentation constante[1-2]. Adaptation véhicule nécessaire[3-5].
- Il existe des DEME qui ne sont ni remboursés, ni autorisés par la SAAQ. À l'échelle internationale, l'utilisation des DEME est toutefois autorisée dans plusieurs pays.
- Les milieux cliniques ainsi que la SAAQ s'interrogent sur les pratiques actuelles en adaptation de véhicule : évaluation, politiques, etc.

**Objectifs**

- Déterminer les habitudes de vie et les limitations fonctionnelles des usagers DMC et DEME
- Documenter la satisfaction (sécurité, efficacité, fiabilité, etc.) des usagers DMC et DEME
- Déterminer les paramètres pour lesquels un ergothérapeute prescrit un DMC et un DEME à un usager de la route présentant une incapacité motrice sévère

**Méthodologie**

- Développement de 2 sondages Internet : Conducteurs de véhicule adapté / Professionnels
- Population : Conducteurs DMC (n=20-30)/DEME (n=10), Professionnels (n=10).
- Recrutement : Ergothérapeutes des centres partenaires et Association for Driver Rehabilitation Specialists (ADED). Débuté en juillet 2015 à février 2016.
- Analyse des données : regroupements thématiques, moyennes et écarts-types, analyse qualitative descriptive.

## Résultats

**Utilisateurs de DMC et DEME n=33**

Genre	n (%)	Âge	n (%)	Type de véhicule*	n (%)	Lieu d'habitation	n (%)
Femme	17 (54)	36-35 ans	17 (51)	Voiture	3 (9)	Ville	16 (48)
Homme	16 (45)	36-55 ans	13 (39)	Fourgon	1 (3)	Banlieue	12 (36)
		56-75 ans	3 (9)	Mini-fourgonnette	22 (70)	Région	5 (15)
		moynne d'âge =	37,8 ±12	VUS	3 (9)		
				Autre	3 (9)		

Provenance*	Diagnostic	Type d'adaptation	Expérience de conduite véhicule adapté
États-Unis	Musculo-squelettique	DMC	16 (48) ≥ 1-10 ans
France	Neurologique	DEME	17 (52) 11-20 ans
Canada (est. Qc)			> 20 ans
Québec			

**Professionnels n=89**

Profession	Type de recommandation dans leur pratique	n (%)
Ergothérapeute	DMC uniquement	42 (47)
Professionnel en adaptation majeure de véhicule	DEME et DMC	47 (53)

Provenance	Expérience de travail*	n (%)
États-Unis	1-9 ans	33 (37)
France	10-19 ans	36 (41)
Canada (Est. Qc)	≥ 20 ans	19 (21)
Québec	*Une réponse manquante	

Lieu de pratique	n (%)
Clinique privée	20 (23)
Hôpital ou organisme à but non lucratif	17 (19)
Centre de réadaptation	52 (58)

**Objectif 1 :** Les usagers utilisateurs de DMC et de DEME conduisent chaque jour et KM s'apparente au kilométrage d'un usager de la route standard [6]. Aucune différence significative entre DMC et DEME (fréquence p=0,64, km/an p=0,94). L'utilisation du DMC plus problématique pour le second conducteur et peut d'information pour sortir sans véhicule.

**Habitudes de conduite**

Motifs pour conduire	DMC		DEME		Fréquence	DMC		DEME		Kilométrage par année
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		n (%)	n (%)			
École	14 (88)	7 (41)	8 (50)	10 (50)	Chaque jour	< 5000 km/an	2 (13)	2 (12)		
Faire les courses	12 (75)	12 (70)	6 (38)	5 (29)	4-6 fois/semaine	5 000-10 000 km/an	5 (31)	5 (29)		
Famille	16 (100)	14 (82)	2-3 fois/semaine	2 (13)	1 (6)	11 000-20 000 km/an	5 (31)	6 (35)		
Rendez-vous	4 (25)	12 (71)	1-2 fois/semaine	0 (0)	0 (0)	21 000-30 000 km/an	2 (13)	1 (6)		
Travail	9 (60)	13 (76)	1 fois ou moins	0 (0)	1 (6)	≥ 31 000 km/an	1 (7)	2 (12)		
Social/loisir	16 (100)	17 (100)								
Vacances	10 (63)	13 (76)								

**Objectif 2 :** Les usagers utilisateurs de DMC et DEME sont généralement satisfaits de leur équipement adopté et de l'entraînement reçu. Les utilisateurs de DMC et de DEME relèvent que leurs équipements sont sécuritaires, fiables et faciles à utiliser.

**Objectif 3 :** - Différences d'opinion au niveau de l'aspect sécurité entre les professionnels qui prescrivent des DEME et ceux qui n'en prescrivent pas.  
- Pertinence du Québec malgré une faible population (moins de 1 par année selon les répondants).

**Perception des professionnels qui prescrivent des DEME**

Répondants (n=45)

- \*Nombre de recommandations/adaptations de DEME par année:
  - > Moins de 1 7 (16)
  - > 2 à 5 24 (53)
  - > 6 à 10 9 (20)
  - > Plus de 10 6 (13)
- \*Véhicule adapté au centre de réadaptation pour l'évaluation, l'adaptation et l'entraînement.
- \*Le nombre d'heures d'entraînement est variable :
  - > DEME plus complexe: plus de 26 heures
  - > DMC: moins de 10 heures
- \*Processus par élimination: en fonction des capacités et des limitations du conducteur (et non le diagnostic)
- \*Les adaptations DEME sont faciles à opérer, faciles à apprendre pour l'usager et durables. Problématique en lien avec l'installateur (non pas avec le manufacturier)
- \*Les DEME sont décrits comme fiables et sécuritaires sauf certains : CCI Air touch, ACE SSD, IDS

**Évaluation et entraînement**

Évalué selon ses besoins	n (%)	DMC	n (%)
Heures d'entraînement	< 10h	11 (69)	
	≥ 10h	3 (19)	
Adaptations selon ses besoins	< 20h	7 (41)	
	≥ 20h	10 (58)	

Entraînement	n (%)	DEME	n (%)
Entraînement	29 (97)		
L'entraînement s'est fait	Sur la route avec un véhicule adapté appartenant au moniteur/centre de réadaptation	Satisfaction entraînement	30 (100)
		Chez un fournisseur	
Avec son véhicule une fois adapté			

**Discussion et Conclusion**

- L'adaptation d'un véhicule permet de développer les rôles sociaux et contribue à la réalisation des activités quotidiennes (kilométrage identique à celui des usagers standards), et ce, peu importe le type d'adaptation (DMC ou DEME).
- La satisfaction des utilisateurs de DMC et de DEME est élevée, tant au niveau de la fiabilité, de la sécurité que de la facilité d'utilisation.
- En ce qui concerne l'entraînement, il est important de noter une différence importante quant au nombre d'heures de pratique nécessaires pour les DMC et les DEME. DEME+ plusieurs heures d'entraînement pour l'atteinte d'un sentiment de compétence et de sécurité (tant au niveau des réponses des professionnels que des réponses des utilisateurs de DMC et DEME).
- L'utilisation du DEME permet de garder les équipements d'origine du véhicule et permet au second conducteur de conduire plus facilement.
- Malgré la possibilité ailleurs de recommander les DEME, plusieurs ne le font pas: manque d'expertise, manque de ressource, etc. Ainsi, des ergothérapeutes pourraient être formés spécifiquement pour l'adaptation majeure (DEME).
- Il est important de considérer l'aspect installation qui est ressorti problématique dans les sondages: une réglementation pourrait réguler cet aspect.

**Références**

- Claire S, et al. Prévalence de l'incapacité dans la population québécoise de 15 ans et plus. Dans Enquête québécoise sur les limitations d'activités, les maladies chroniques et le vieillissement: 2010-2011. Utilisation des services de santé et des services sociaux des personnes avec incapacité. Québec, 2014; 2: 39-52.
- Cassabian J, et al. Vie avec une incapacité au Québec. Un portrait statistique à partir de l'Enquête sur la participation et les limitations d'activités de 2005 et 2006. Québec, 2010: 455.
- O'Neil D, et al. Older Drivers, Driving Practices and Health Issues. Clinical Gerontology: The journal of aging and mental health. 2000; 21(1): 47-54.
- Patterson J, et al. The role of family members in adaptation to chronic illness and disability. Cognitive coping research and developmental disabilities. 1994; 22:1-248.
- Rayland DK, et al. Driving cessation and increased depressive symptoms. The journal of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences. 2005; 60(4): 399-403.
- National Household travel survey. Transportation Energy Database. Edition 32, 2012, tableau B.15.

**Remerciements**

Ce projet de recherche est financé par le Programme de recherche en sécurité routière financé par la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ), le Fonds de recherche du Québec – Santé (FRSQ) et le Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRSC).

Anita Gagnon, erg., étudiante à la maîtrise, est soutenue financièrement par la subvention de ce projet ainsi que par la Faculté de médecine de l'Université Laval (Établissement de jeunes chercheurs obtenu par François Routhier, Ing. PhD).

28<sup>th</sup> ÉDITION | ENTRETIENS JACQUES CARTIER  
FACTEURS HUMAINS, TECHNOLOGIES EMBARQUÉES ET NUMÉRIQUES :  
QUEL RÔLE POUR LES POLITIQUES DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE ?  
22 à 23 novembre 2016 | Amphithéâtre du CDRMA - Cité des universités | Broy

## État émotionnel du conducteur et détection d'usagers vulnérables

**Auteurs :** A. Lafont<sup>1</sup>, J. Rogé<sup>1</sup> and J.M. Boucheix<sup>2, 1</sup>Laboratoire d'Ergonomie et de Sciences Cognitives pour les Transports, LESCOT-TS2-IFSTTAR, Bron, Rhône-Alpes, 69675, France. 2 Laboratoire d'Étude de l'Apprentissage et du Développement, LEAD-CNRS UMR 5022, Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon, Bourgogne, 21065, France  
Email de l'auteur : [alex.lafont@ifsttar.fr](mailto:alex.lafont@ifsttar.fr)

**Mots Clés :** Colère ; Intensité Émotionnelle ; Conduite ; Usagers Vulnérables ; Mesures Couplées

**Résumé :** En 2014, un peu plus de 3380 décès ont été recensés sur les routes de France métropolitaine (Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière [ONISR], 2015). Concernant les piétons et cyclistes, le nombre d'accidents mortels a respectivement augmenté de 4% et 7% depuis 2010 avec des collisions impliquant le plus souvent d'autres usagers de la route plus imposants (e.g., camions, bus et voitures). Piétons et cyclistes peuvent dès lors être considérés comme des usagers vulnérables (UV).

De précédentes études ont montré que la visibilité des UV pour les automobilistes était un axe clé pour tenter d'améliorer la sécurité des usagers les plus fragiles. Afin d'investiguer cette problématique, la gestion de l'attention des automobilistes en conduite mérite une grande attention. Hole et al. (1996) ont montré à ce sujet que des attentes et des connaissances à propos d'un stimulus pouvaient moduler les ressources attentionnelles allouées envers ce dernier. Cependant, de récentes recherches dans le domaine ont montré que la conduite était aussi influencée par les émotions. En effet, un impact délétère des émotions négatives sur plusieurs processus impliqués dans la conduite a été démontré (Lemercier et Cellier, 2008 ; Jeon et al., 2010) et particulièrement pour la colère (Stephens et Groeger., 2009 ; Stephens et al., 2013).

Par ailleurs, Rogé et al. (2015) ont mis en évidence qu'un court film présenté à des conducteurs et délivrant une information sur la vulnérabilité des UV pouvait modifier l'intensité des émotions négatives ressenties par ces mêmes conducteurs. En outre, parmi toutes les émotions ressenties lors du visionnage du film, seule l'intensité de la colère était positivement corrélée avec l'amélioration de la distance de visibilité des UV (i.e., distance entre le conducteur et l'UV lorsque le conducteur déclare avoir vu l'UV). Plus la distance est grande, plus l'UV est visible pour le conducteur (Rogé et al., 2012). Ce résultat à contre-courant de la littérature, suggère l'existence d'un éventuel seuil en lien avec les habiletés de détection des UV. Notre étude s'est donc intéressée à l'impact de différentes intensités de colère sur les capacités de détection des UV en conduite simulée. L'induction de différents niveaux de colère était réalisée par l'utilisation d'extraits de films (voir Schaefer et al., 2010). Ces derniers étaient visionnés par les participants avant qu'il ne leur soit demandé de détecter des piétons et des cyclistes sur le simulateur.

De surcroît, certains indices calculés à partir de signaux physiologiques collectés peuvent suggérer la présence de colère (Kreibig, 2010). Nous avons donc porté une attention particulière à l'évaluation émotionnelle du participant durant les différentes phases du protocole. De cette manière, il a été possible d'explorer la relation entre l'intensité de l'émotion ressentie et les capacités de détection des UV en tentant d'apporter des réponses quant à un niveau optimum d'intensité de colère pouvant être bénéfique lors de la conduite. Il est également prévu de mettre en évidence des correspondances entre des typologies physiologiques qui pourraient émerger suite aux différentes inductions de colère.



# Etat émotionnel du conducteur et détection d'usagers vulnérables : Validation d'une méthode d'induction émotionnelle

A. Lafont<sup>1</sup>, J. Rogé<sup>1</sup> et J.M. Boucheix<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>LESCOT-TS2-IFSTTAR ; <sup>2</sup>LEAD-CNRS-UMR 5022



## Cadre Théorique

« La moitié des tués sur la route sont des usagers vulnérables »<sup>1</sup>

- Mieux comprendre les **problématiques de visibilité** des usagers vulnérables suppose de s'intéresser à la **gestion de l'attention** chez l'automobiliste en présence d'UV
  - Les **émotions négatives** dégraderaient la gestion des ressources attentionnelles de l'automobiliste<sup>2,3</sup>
- Cependant,**
- Une étude a montré que **l'intensité de colère** ressentie par l'automobiliste corrèlerait avec **l'amélioration de la distance de visibilité** des UV<sup>4</sup> (i.e., distance à laquelle l'automobiliste les perçoit)

La question se pose donc de connaître l'effet de différentes intensités de colère sur les capacités du conducteur à détecter des UV

- L'induction émotionnelle via un **support audiovisuel** est l'une des méthodes les plus utilisées en psychologie<sup>5</sup>  
Elle permet une standardisation de l'induction et s'inscrit dans la lignée de notre prochaine étude sur l'effet des messages de sécurité routière
- Les travaux de Schaefer et al., (2010) proposent une base de 70 extraits de films évalués sur plusieurs dimensions émotionnelles: **arousal, valence, spécificité**

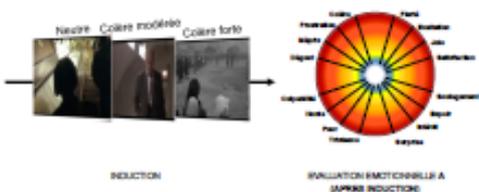
### Références

- CMS (Accidents de la route, (2016, novembre). Consulté à l'adresse <http://www.cms.fr/medias/centres/accidents/2016/>
- Stephens, A. et al. (2012). Driver display engagement attention to perceived traffic hazards. *Appl. Cognitive Psychol.*, 27(2), 178-188
- Jain, M. et al. (2014). Effects of specific emotions on subjective judgment, driving performance, and perceived workload. *Transportation Res F-Int.*, 24(10)-259.
- Rogé, J. et al. (2016). Safety messages and visibility of vulnerable road users for drivers. *Safety Sci.*, 79, 29-36.
- Kreibitz, S. D. (2010). Automatic nervous system activity in emotion: A review. *Biol Psychol.*, 84, 394-421.
- Schaefer, A. et al. (2010). Assessing the effectiveness of a large database of emotion eliciting films: A new tool for emotion researchers. *Cognition Emotion*, 24(7), 1163-1172.

## Méthode

- Sélection de 3 extraits induisant 3 niveaux de colère (neutre, colère modérée, colère forte) dans la base des 70 extraits<sup>6</sup>
- Réalisation de plusieurs montages afin d'homogénéiser la durée des extraits de films
- Mise en place de 2 expériences pour tester la validité de l'induction avec des plans expérimentaux différents

### 1<sup>re</sup> expérience : Evaluation émotionnelle intra sujet



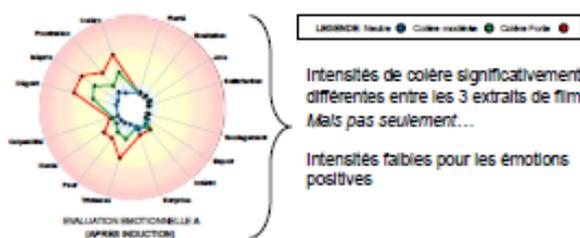
- N° 21 (18 P. 13-16)
- Présentation successive des extraits sur un écran PC (32"x21")
  - Contrebalancement de l'ordre des extraits entre chaque participant
  - Evaluation émotionnelle après visionnage de chaque extrait sur une seule et même route

### 2<sup>de</sup> expérience : Evaluation émotionnelle inter sujet



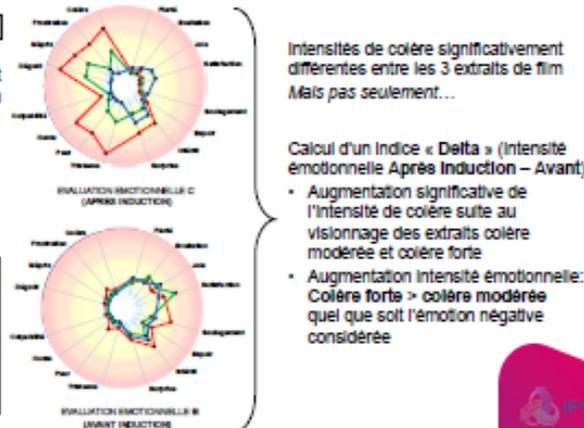
- N° 26 (18 P. 18-16)
- Présentation des extraits sur un grand écran (31"x17")
  - Evaluation émotionnelle avant induction (B) et après induction (C)
  - Enregistrement de signal pour chaque participant durant chacune des phases

## Résultats et Discussion



Intensités de colère significativement différentes entre les 3 extraits de film  
 Mais pas seulement...  
 Intensités faibles pour les émotions positives

- ✓ Il est possible d'induire différentes intensités de colère via les extraits sélectionnés → validation de la technique d'induction
- ✓ Spécificité de l'induction de colère?
- ✓ Analyse des données cardiaques de la 2<sup>de</sup> expérimentation en cours  
 ↳ Pointer des marqueurs physiologiques reflétant l'intensité des émotions négatives



Intensités de colère significativement différentes entre les 3 extraits de film  
 Mais pas seulement...  
 Calcul d'un indice « Delta » (Intensité émotionnelle Après Induction – Avant)  
 • Augmentation significative de l'intensité de colère suite au visionnage des extraits colère modérée et colère forte  
 • Augmentation intensité émotionnelle: Colère forte > colère modérée quel que soit l'émotion négative considérée



## **Perceptions et attitudes face à la conduite automobile dans un contexte de travail chez les policiers en fonction et les aspirants policiers**

**Auteurs :** Martin Lavallière, Ph.D. Chercheur postdoctorant, HEC Montréal [martin.lavalliere@hec.ca](mailto:martin.lavalliere@hec.ca), François Bellavance, Ph.D. Professeur titulaire, Département de sciences de la décision, HEC Montréal [francois.bellavance@hec.ca](mailto:francois.bellavance@hec.ca)

**Mots clés :** Policiers, Risque routier, Prévention au travail, Théorie du comportement planifié

**Problématique :** La conduite représente une composante importante du travail policier. De la patrouille à la conduite en situation d'urgence, le policier se doit d'être constamment à la recherche d'informations pour lui permettre de préserver sa sécurité derrière le volant et celle de la population qu'il dessert. Des événements récents nous ont montré que les policiers ne sont pas à l'abri des collisions routières et que celles-ci, lorsqu'elles surviennent, sont potentiellement mortelles.

**Objectifs :** L'objectif de cette activité est de 1) documenter les perceptions et les attitudes face à la conduite automobile chez les aspirants policiers et les policiers en fonction et 2) comparer les perceptions et les attitudes face à la conduite des aspirants policiers vs les policiers en fonction et un groupe contrôle de la population générale de conducteurs en tenant compte de différents facteurs sociaux, personnels et organisationnels.

**Méthode :** Un questionnaire portant sur différentes facettes de la conduite automobile sera distribué à des aspirants policiers de l'École nationale de police de Québec, ainsi qu'à des policiers du Québec en fonction. Un échantillon de la population générale de conducteurs sera utilisé aux fins de comparaisons. Des analyses seront effectuées afin de documenter et quantifier les différences au niveau des perceptions et attitudes face à la conduite automobile de ces groupes en utilisant les réponses obtenues au questionnaire. La théorie du comportement planifié (Ajzen, 1985) fournit l'un des modèles les plus influents de la relation entre les attitudes et les comportements (Elliott, et al., 2004) et elle sera utilisée comme cadre conceptuelle. Dans le cadre du travail des policiers, il importe donc de déterminer si les perceptions (contrôle perçu) et les attitudes (comportements adoptés) faces à différents contextes de conduite varient de façon similaire face à ceux-ci (ex. patrouille vs conduite d'urgence). Les normes subjectives entourant cette conduite pourront aussi influencer sur l'intention de comportement du conducteur (ex. famille, amis, collègues de travail ou supérieurs). De plus, il importe de connaître si ses perceptions et attitudes observés dans le cadre du travail perdurent lors de la conduite du véhicule personnel (hors-travail) afin de mieux cerner le type d'interventions qui doivent être mises en place.

**Résultats attendus :** La présente activité offre une opportunité unique de contribuer à mieux comprendre les perceptions et attitudes face à la conduite chez les policiers, en plus de permettre une comparaison avec celles des aspirants policiers et de la population de conducteurs en général. De plus, l'évaluation de différents niveaux d'expérience de conduite et en milieu de travail, du genre et de la localisation géographique permettra d'identifier des comportements associés avec ceux-ci pour une analyse détaillée de la situation. Les connaissances qui découleront de cette activité permettront de mieux orienter les programmes de sensibilisation à la conduite face à différents comportements de conduite induits par les perceptions et les attitudes (ex. port de la ceinture, vitesse).



# Perceptions et attitudes face à la conduite automobile dans un contexte de travail chez les policiers en fonction et les aspirants policiers

Martin Lavallière, Ph.D.

Professeur régulier, UQAC martin\_lavalliere@uqac.ca

François Bellavance, Ph.D.

Professeur titulaire, HEC Montréal francois.bellavance@hec.ca

## Problématique

La conduite représente une composante importante du travail policier. De la patrouille à la conduite en situation d'urgence, le policier se doit d'être constamment à la recherche d'informations pour lui permettre de préserver sa sécurité derrière le volant et celle de la population qu'il dessert. Des événements récents nous ont montré que les policiers ne sont pas à l'abri des collisions routières et que celles-ci, lorsqu'elles surviennent, sont potentiellement mortelles.

## Objectifs

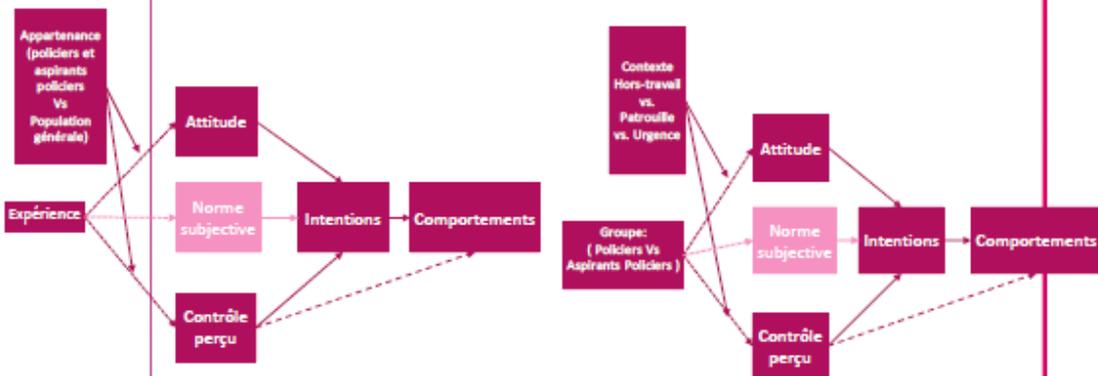
- 1) Documenter les perceptions et les attitudes face à la conduite automobile chez les aspirants policiers et les policiers en fonction et ;
- 2) Comparer les perceptions et les attitudes face à la conduite des aspirants policiers vs les policiers en fonction et un groupe contrôle de la population générale de conducteurs en tenant compte de différents facteurs sociaux, personnels et organisationnels.

## Méthode

Un questionnaire portant sur différentes facettes de la conduite automobile sera distribué à des aspirants policiers de l'École nationale de police de Québec, ainsi qu'à des policiers du Québec en fonction. Un échantillon de la population générale de conducteurs sera utilisé aux fins de comparaisons. Des analyses seront effectuées afin de documenter et quantifier les différences au niveau des perceptions et attitudes face à la conduite automobile de ces groupes en utilisant les réponses obtenues au questionnaire.

La théorie du comportement planifié (Ajzen, 1985) fournit l'un des modèles les plus influents de la relation entre les attitudes et les comportements (Elliott, et al., 2004) et elle sera utilisée comme cadre conceptuelle. Dans le cadre du travail des policiers, il importe donc de déterminer si les perceptions (contrôle perçu) et les attitudes (comportements adoptés) faces à différents contextes de conduite varient de façon similaire face à ceux-ci (ex. patrouille vs conduite d'urgence)(Figure 1).

Les normes subjectives entourant cette conduite pourront aussi influencer sur l'intention de comportement du conducteur (ex. famille, amis, collègues de travail ou supérieurs). De plus, il importe de connaître si ses perceptions et attitudes observés dans le cadre du travail perdurent lors de la conduite du véhicule personnel (hors-travail) afin de mieux cerner le type d'interventions qui doivent être mises en place (Figure 2).



## Résultats attendus

Ce projet offre une opportunité unique de contribuer à mieux comprendre les perceptions et attitudes face à la conduite chez les policiers, en plus de permettre une comparaison avec celles des aspirants policiers et de la population générale. De plus, l'évaluation de différents niveaux d'expérience de conduite et en milieu de travail permettra d'identifier des comportements associés avec ceux-ci pour une analyse détaillée de la situation. Les connaissances qui découleront de cette recherche permettront de mieux orienter les programmes de sensibilisation à la conduite.



29<sup>ème</sup> ÉDITION | ENTRETIENS JACQUES CARTIER  
**FACTEURS HUMAINS, TECHNOLOGIES EMBARQUÉES ET NUMÉRIQUES :**  
**QUEL RÔLE POUR LES POLITIQUES DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE ?**  
 22 & 23 novembre 2016 | Amphithéâtre du CEREMA / Cité des mobilités / Bron

## Étude multi-niveau de l'influence de la situation de conduite sur l'état cognitif du conducteur

**Auteurs :** Hugo Loeches De La Fuente<sup>a</sup>, Catherine Berthelon<sup>a</sup>, Alexandra Fort<sup>b</sup>, Virginie Etienne<sup>c</sup> and Christophe Jallais<sup>b</sup>  
<sup>a</sup> IFSTTAR, Laboratoire Mécanismes d'Accidents, département Transport, Santé, Sécurité, Salon de Provence, France ; <sup>b</sup> IFSTTAR, Laboratoire d'ergonomie et de sciences cognitives pour les transports, département Transport, Santé, Sécurité, Bron, France ; <sup>c</sup> IFSTTAR, Département Transport, Santé, Sécurité, Bron, France

**Mots clés :** comportement de conduite ; état cognitif ; ADAS

**Résumé :** L'essor des nouvelles technologies dans l'industrie automobile permet d'intégrer des systèmes de sécurité de plus en plus nombreux et complexes. Une partie de ces systèmes de sécurité (ADAS) se basent sur le contrôle de l'état cognitif du conducteur (Wang, Xu, & Gong, 2010). Pour cela ces derniers prennent en compte des paramètres physiologiques et/ou comportementaux afin d'estimer par exemple le niveau de stress/anxiété ou de charge mentale. Néanmoins, la plupart de ces systèmes n'intègrent pas dans leur fonctionnement le type de situation de conduite dans laquelle se trouve le conducteur (e.g., dépassement d'un camion, apparition soudaine d'un piéton, etc.). De plus, la plage temporelle selon laquelle les données physiologiques et comportementales sont affectées par une situation de conduite donnée reste encore à déterminer. Dans ce contexte, une étude a été menée sur simulateur de conduite afin d'examiner comment les conducteurs réalisaient trois différentes situations de conduite (tourne à gauche, dépassement et apparition d'un piéton) au sein de deux sessions (session baseline et session expérimentale). Les conditions de trafic étaient manipulées afin d'augmenter la densité de trafic et/ou la pression temporelle dans chaque situation de la session expérimentale, en comparaison avec la session baseline. Après chaque situation de conduite, le conducteur devait réaliser une tâche standardisée de suivi de véhicule (Brookhuis, Waard, & Mulder, 1994) pendant 5 minutes. L'état cognitif du conducteur était analysé à partir des données physiologiques (EDA et ECG) et comportementales (paramètre de la performance de conduite) sur des plages d'une minute et de cinq minutes à partir de la situation de conduite. De plus, des mesures subjectives (questionnaires) étaient également réalisées après chaque phase de conduite. Les résultats mettent en évidence une charge mentale subjective élevée liée à des variations physiologiques (Collet, Salvia, & Petit-Boulanger, 2014; Paxion, Galy, & Berthelon, 2014) après toutes les situations expérimentales, lorsqu'on les compare aux situations baseline. Néanmoins, les réactions comportementales suivant un évènement inattendu semblent différer de celles obtenues à la suite d'une situation anxiogène, du fait d'une densité de trafic élevée. En outre les signatures des réactions comportementales et physiologiques aux situations expérimentales ne présentent pas la même durée. Alors qu'au niveau physiologique, les données retournent très rapidement (dans la première minute suivant la situation expérimentale) vers un niveau de base, les variations comportementales persistent sur une plage temporelle plus importante (variations visibles sur l'ensemble des cinq minutes suivants la situation). Bien qu'il soit nécessaire de confirmer ces interprétations à l'avenir, des suggestions peuvent déjà être faites aux industriels du secteur automobile pour la conception de futurs ADAS centrés sur l'état cognitif du conducteur.



# Etude multi-niveaux de l'influence de la situation de conduite sur l'état cognitif du conducteur

Loeches De La Fuente, H.<sup>a</sup>, Berthelon, C.<sup>a</sup>, Fort, A.<sup>b</sup>, Etienne, V.<sup>c</sup> et Jallais, C.<sup>b</sup>

<sup>a</sup> IFSTTAR, Laboratoire Mécanismes d'Accidents, département Transport, Santé, Sécurité, Salon de Provence, France  
<sup>b</sup> IFSTTAR, Laboratoire d'ergonomie et de sciences cognitives pour les transports, département Transport, Santé, Sécurité, Bron, France  
<sup>c</sup> IFSTTAR, Département Transport, Santé, Sécurité, Bron, France

## INTRODUCTION

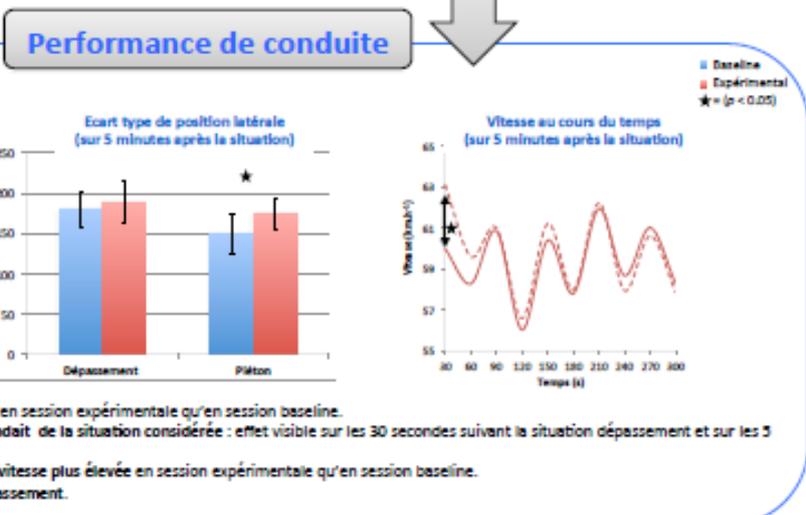
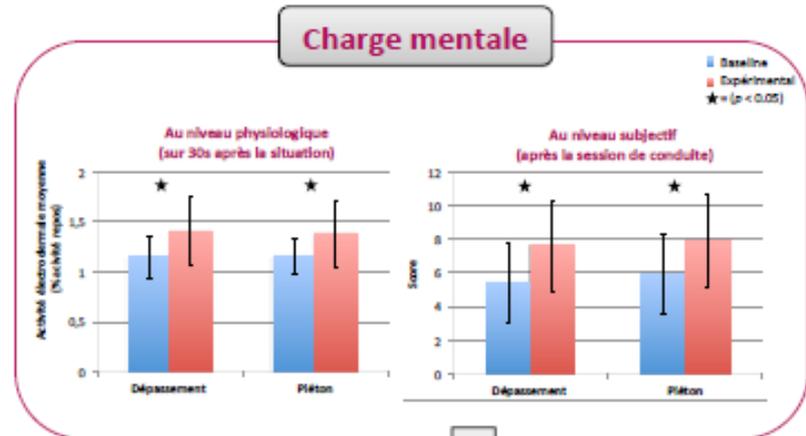
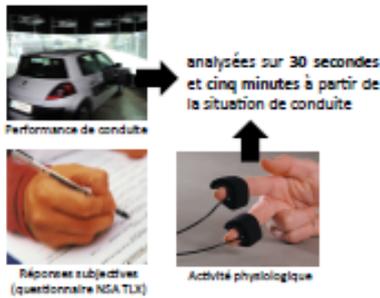
- L'activité de conduite est une activité multitâche complexe qui met en jeu d'importantes ressources attentionnelles
- La charge mentale se définit par la relation entre les contraintes de la tâche (ressources attentionnelles nécessaires au traitement de la tâche) et les capacités de traitement [1]
- Des situations de conduite différentes peuvent faire varier la charge mentale [2]

## OBJECTIFS

- Evaluer l'influence de situations de conduite sur la charge mentale par des mesures physiologiques, comportementales et subjectives
- Obtenir une évaluation temporelle de cette variation

## PROTOCOLE EXPERIMENTAL

35 sujets \* 2 Situations \* 2 sessions :  
 Situations: dépassement et apparition soudaine d'un piéton  
 Sessions: baseline (sans trafic et sans pression temporelle) et expérimentale (trafic dense et pression temporelle)



- L'écart type de la position latérale plus important en session expérimentale qu'en session baseline.
- La durée de dégradation de la performance dépendait de la situation considérée : effet visible sur les 30 secondes suivant la situation dépassement et sur les 5 minutes suivant la situation piéton.
- Sur les 30 secondes suivant l'apparition du piéton, vitesse plus élevée en session expérimentale qu'en session baseline.
- Pas d'effet sur la vitesse après la situation de dépassement.

## CONCLUSION

- Trafic élevé et pression temporelle forte provoquent une augmentation de charge mentale mesurable aux niveaux subjectif et physiologique
- Temporalité différente en fonction des mesures effectuées.
- Retour rapide au niveau de base de la réponse électrodermale → marqueur physiologique des changements à court terme
- Persistance des effets sur la performance de conduite 5 minutes après l'évènement

La combinaison de paramètres physiologiques et comportementaux apportant des informations complémentaires pourrait ainsi conduire à une meilleure sensibilité des systèmes de sécurité (ADAS).

- Réactions comportementales différent selon le type de situation de conduite rencontrée (situation de presque accident vs situation de dépassement à fort trafic)

Alors que les ADAS actuels ne tiennent pas compte du type de situation de conduite, cette étude démontre l'intérêt d'une calibration des données d'entrée en fonction de la nature de la tâche qui vient d'être réalisée.

## REFERENCES

[1] De Waard, D. (1996). The measurement of drivers' mental workload. Groningen University, Traffic Research Center Netherlands.  
 [2] Wilberg, H., Nilsson, E., Lindén, P., Svanberg, B., & Poom, L. (2015). Physiological responses related to moderate mental load during car driving in field conditions. *Bio. Psy.*, 108, 115-125.

## Détection du vagabondage de la pensée en conduite : apports des mesures cardiaques et oculaires

**Auteurs :** G. Pepin<sup>1</sup>, C. Jallais<sup>1</sup>, A. Fort<sup>1</sup>, C. Gabaude<sup>1</sup> / 1 Laboratoire d'Ergonomie et de Sciences Cognitives pour les Transports, LESCOT-TS2-IFSTTAR, Bron, Rhône-Alpes, 69675, France. email: guillaume.pepin@ifsttar.fr

**Mots Clés :** Inattention, Conduite, Vagabondage de la pensée, oculométrie, rythme cardiaque

**Résumé :** En France en 2014, plus de 3.300 décès restent à dénombrer sur nos routes (Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière [ONISR], 2015). La distraction et l'inattention sont considérées comme des facteurs contributifs de ces accidents. Elles semblent avoir des impacts négatifs différents sur les conducteurs mais seraient responsables d'une part équivalente des accidents (Mosedale et al, 2005). Sous le terme inattention se rassemblent différents états tels que la surcharge cognitive ou le vagabondage de la pensée (VP).

Le VP peut être défini comme une réorientation endogène de l'attention, loin de la tâche en cours vers des pensées et sentiments auto-générés (Smallwood et Schooler, 2015). Le VP est un état récurrent en conduite puisque quatre conducteurs sur cinq déclarent avoir eu des pensées vagabondes durant leur dernier trajet et estiment passer plus d'un tiers de leur temps dans cet état (Berthié et al, 2015). Il est donc nécessaire d'étudier ce phénomène pour en limiter l'impact négatif.

Le VP a été associé à un découplage perceptif se traduisant par une difficulté à traiter les stimuli externes (Smallwood et Schooler, 2015). Le coût cognitif engendré par ce découplage peut fortement gêner la mise à jour de la représentation de la situation du conducteur. Par ailleurs, le coût cognitif supplémentaire généré par le besoin de réorienter son attention sur la conduite pourrait être trop important surtout lors de fortes contraintes temporelles. De plus, le VP augmenterait le risque d'être considéré comme responsable d'un accident (Galera et al, 2012). Ce sur-risque serait imputable à un changement dans le comportement oculaire des conducteurs pendant le VP (He et al, 2011). De plus, cet état entraînerait une diminution des micro-régulations et une déviation de la position latérale du véhicule plus importante (Lemerrier et al, 2015). C'est pourquoi plusieurs études ont essayé d'identifier les épisodes de VP en collectant le comportement oculaire (Uzzaman et Joordens, 2011) et la variabilité de la position sur la voie (Gabaude et al, 2012).

Dans la présente étude, les données cardiaques ont été collectées en plus des données oculométriques lors de sessions de conduite sur simulateur. Au cours de ses sessions, les participants devaient (a) réfléchir à des innovations dans différents domaines et (b) rapporter leurs pensées vagabondes. L'objectif était double : 1) identifier les modifications physiologiques associées à la présence de VP ; 2) mieux comprendre l'influence du VP sur le comportement oculaire des conducteurs. À terme, cette étude pourrait permettre d'apporter une aide au conducteur lorsque ce dernier est plongé dans des pensées vagabondes et se trouve dans une situation critique.

# 29<sup>e</sup> Entretiens Jacques Cartier



## Détection du vagabondage de la pensée (VP) en conduite : apports des mesures cardiaques et oculaires

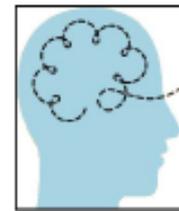
G. Pepin<sup>1</sup>, S. Malin<sup>1</sup>, J. Navarro<sup>2</sup>, A. Fort<sup>1</sup>, C. Jallais<sup>1</sup>, F. Moreau<sup>1</sup> et C. Gabaude<sup>1</sup>

1 : LESCOT-TS2-IFSTTAR, Bron, Rhône-Alpes, 69675, France  
2 : Laboratoire d'Etude des Mécanismes Cognitifs, Université de Lyon, 69975, France

### CLÉS

#### POINTS

- La distraction et l'inattention sont considérées comme contributifs de 25 à 50% des plus de 3300 accidents mortels en 2014<sup>1</sup>
- Le VP est un état d'inattention défini comme une réorientation endogène de l'attention, loin de la tâche en cours vers des pensées et sentiments auto-générés<sup>2</sup>
- Le VP augmenterait le risque d'être considéré comme responsable d'un accident<sup>3</sup>, serait imputable à un comportement oculaire fixe<sup>4</sup> et à des modifications dans le comportement de conduite<sup>5</sup>



### OBJECTIFS

- Identifier les modifications physiologiques associées à la présence de VP
- Mieux comprendre l'influence du VP sur le comportement oculaire des conducteurs

### MATÉRIELS &

#### MÉTHODES

**"Why is it I always get my best ideas while shaving?"**

Albert Einstein

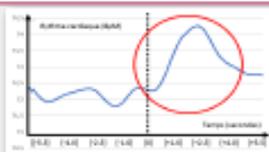
**Participants** : 20 volontaires (10 hommes ; 34 ± 11.9 ans)

**Consignes** : Lors d'une session de conduite, les participants devaient auto-rapporter leur VP par un appel de phare (représenté par | dans chaque graphique)

**VD** : Rythme cardiaque, signal respiratoire, vitesse du véhicule et fixité du regard

### DISCUSSION

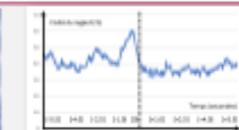
#### RESULTATS



Mise en évidence d'un pattern cardiaque spécifique à la sortie du VP



→ Après le VP, nécessité de réorienter son attention sur la conduite semble générer un effort cognitif

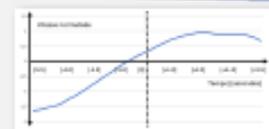


Fixité du regard : fixations visuelles consécutives dans une zone de 5 degrés d'angle visuel dans un temps minimum de une seconde

Augmentation de la fixité du regard avant le self report du VP



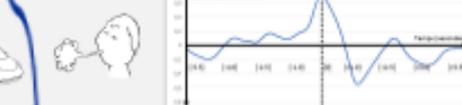
→ VP lié à une difficulté de perception des informations pertinentes venant des bords de la route ?



Lors du VP, la vitesse est plus faible que la moyenne mais augmente progressivement



→ Les conducteurs pourraient ne pas avoir suffisamment de ressources pour gérer leur vitesse  
→ échec du contrôle cognitif ou attitude conservatrice ?



Ce comportement respiratoire ne semble pas correspondre à un état de VP puisque l'inspiration commence moins d'une seconde avant la déclaration

→ Comportement adaptatif lié à la prise de conscience du VP ?

### PERSPECTIVES

#### CONCLUSIONS

La **fixité du regard** augmente pendant le VP et les données cardiaques ont révélé un pattern spécifique d'effort cognitif → Le VP pourrait être identifié par des mesures physiologiques

Fusionner différentes sources de données<sup>6</sup> pour obtenir des indicateurs plus sensibles du VP semble être une solution pérenne pour décrire l'état du conducteur

Dans le futur, un algorithme pourrait détecter les épisodes de VP des conducteurs en temps réel et ainsi les avertir ou même intervenir dans les situations les plus critiques

### RÉFÉRENCES

- Mondelin, J., Purdy, A., & Clarkson, E. (2006). Contributory factors to road accidents. Transport Statistics: Road Safety, Department for Transport, London, UK.
- Sundbom, J., & Sjöholm, J. W. (2015). The science of mind wandering: empirically navigating the stream of consciousness. Annual review of psychology, 66, 493-518.
- Gabaude, C., Ouellet, L., M'Ballou, K., Labrousse, M., Courraud, R., Ribrousseau-Guyon, R., Masson, F., Bekki, S., Gabaude, C., Fort, A., Moreau, F., Lemerle, C., Coen, M., Bernard, M.-P., and Lagarde, E. (2012). Mind wandering and driving: responsibility case-control study. British Medical Journal BMJ 2012; 345:e8105
- Ha, J., Baele, E., Lee, Y.-C., & McAuley, J. S. (2011). Mind wandering behind the wheel: performance and confidence correlates. Human Factors, 53(1), 13-21.
- Burdick, G., Lemerle, C., Pabed, P.-N., Coen, M., Fort, A., Gabaude, C., ... Moreau, F. (2015). The science mind while driving: drivers' thoughts behind the wheel. Accident, Analysis and Prevention, 76, 159-165.
- Liang, Y., & Lee, J. D. (2014). A hybrid Bayesian Network approach to detect driver cognitive distraction. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 38, 146-155.

### CONTACT

Téléchargez le poster !



+33 (0)4.72.14.24.15



guillaume.pepin@ifsttar.fr

Gardons contact !



29<sup>ème</sup> ÉDITION | ENTRETIENS JACQUES CARTIER  
FACTEURS HUMAINS, TECHNOLOGIES EMBARQUÉES ET NUMÉRIQUES :  
QUEL RÔLE POUR LES POLITIQUES DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE ?  
22 & 23 novembre 2016 | Angoulême du CEREMA / CSM des écoles / Bron

## **Le développement d'un système d'assistance à la conduite sensible au contexte pour les personnes vieillissantes**

**Auteurs :** Perrine Ruer, Charles Gouin-Vallerand et Évelyne Vallières

**Mots-clés :** Conducteurs vieillissants, Système de Transport Intelligent, Sensibilité au contexte, Interface Homme-Machine

**Résumé :** La proportion de personnes âgées est actuellement en augmentation dans la majorité des populations des pays développés (Nations Unies, 2013). Or, les personnes vieillissantes ont une conduite automobile spécifique et des changements fonctionnels qui apparaissent avec l'avancée en âge. Il est dans l'intérêt des sociétés de leur permettre la conduite le plus longtemps possible et en toute sécurité. En parallèle, le contexte et la modélisation de l'utilisateur sont devenus de réels défis en sécurité routière (Williams et al, 2013). Notre problématique est de proposer un système d'assistance à la conduite intégrant la sensibilité au contexte et qu'il soit développé spécifiquement pour les conducteurs vieillissants. Un système est dit sensible au contexte lorsqu'il fournit des informations ou des services pertinents à l'utilisateur à partir de son environnement (Dey, 2001). Notre objectif est donc de concevoir un système sensible au contexte pour assister la conduite automobile. Il sera possible d'analyser si le comportement du conducteur est normal ou anormal, expliquer un comportement selon la situation ou améliorer la généralisation des comportements de conduite, et ce à partir des données contextuelles du conducteur, du véhicule et de l'environnement.

Pour ce faire, la méthodologie de recherche sera en quatre étapes. La première sera d'identifier les besoins au travers de la modélisation des comportements, la collecte de données contextuelles et de l'identification des critères ergonomiques les plus pertinents pour les conducteurs vieillissants. La seconde étape sera l'élaboration de l'architecture informatique et de l'interface du système. Cette étape reprendra les besoins identifiés dans la première étape. La troisième étape sera d'évaluer notre système avec des conducteurs réels lors de tests utilisateurs (N=30 âgés de 55 à 90 ans). Enfin, la dernière étape sera le traitement des résultats avec des analyses statistiques et des propositions de pistes d'amélioration.

Notre première approche a été la création d'une plateforme web pour l'analyse des données contextuelles (Ruer et al., 2015) grâce à des techniques statistiques et des algorithmes telle la segmentation monotone (Lemire et al., 2009). Notre outil nous a permis de tester notre algorithme hors-ligne avec des données contextuelles (vitesse, données sociodémographiques, fatigue perçue, etc.), de stocker des informations contextuelles collectées et de permettre une visualisation des données recueillies sous la forme de courbes et de cartes. À partir de cette visualisation, nous avons développé une rétroaction individuelle sur le style de conduite des participants après une expérience sur route réelle dans un véhicule instrumenté. Dix-huit participants (moyenne : 66,7 ans ; écart-type : 6,43) ont évalué l'ergonomie et la persuasion de la rétroaction (Ruer et al., 2016). Les résultats indiquent que la rétroaction était satisfaisante, elle correspondait à leur souvenir de l'expérience et qu'elle pourrait changer leurs comportements de conduite dans le futur. Ces premiers résultats sont encourageants. Nos perspectives de travail sont d'améliorer cette plateforme en testant d'autres techniques d'analyse de forage de données (par exemple, algorithmes de clustering ou chaîne de Markov). Aussi, nous testerons cette plateforme avec des données en temps réel et nous améliorerons le design grâce aux critères ergonomiques spécifiques aux conducteurs vieillissants.

# LE DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME D'ASSISTANCE À LA CONDUITE SENSIBLE AU CONTEXTE POUR LES PERSONNES VIEILLISSANTES

23<sup>ème</sup> ÉDITION | ENTRETIENS JACQUES CARTIER  
**FACTEURS HUMAINS, TECHNOLOGIES EMBARQUÉES ET NUMÉRIQUES :  
 QUEL RÔLE POUR LES POLITIQUES DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE ?**  
 22 & 23 novembre 2016 | Amphithéâtre du CEREMA | Cité des mobilités | Bron

Perrine Ruer  
 Doctorat en Informatique Cognitive, TÉLUQ - LICEF  
 Sous la direction de Charles Gouin-Vallerand et Évelyne F. Vallières



## INTRODUCTION

- Augmentation des personnes vieillissantes (Nations-Unies, 2013)
- Trois mesures proposées pour aider la conduite des personnes vieillissantes (Reimer, 2014)
  - 1) Fournir de l'information et de l'éducation comme à l'école de conduite
  - 2) Adapter les infrastructures routières
  - 3) Proposer des systèmes de transport intelligent (STI)
- En parallèle, développement de l'utilisation de la sensibilité au contexte dans différentes disciplines

## ÉTAT DE L'ART

- Les personnes vieillissantes
  - Caractéristiques de conduite spécifiques
  - Changements fonctionnels au niveau des capacités cognitives, motrices et sensorielles (Eby et Molnar, 2012)
- Système de Transport Intelligent (STI) aident pour la mobilité personnelle
  - Personnalisable pour n'importe quel conducteur
  - Faire attention à la distraction et à la charge cognitive
- Sensibilité au contexte permet de fournir des informations ou des services pertinents à l'utilisateur à partir de l'environnement (Dey, 2001)
- Les avantages de la sensibilité au contexte :
  - Analyser si le comportement est normal ou anormal
  - Expliquer un comportement selon la situation
  - Améliorer la généralisation des comportements de conduite

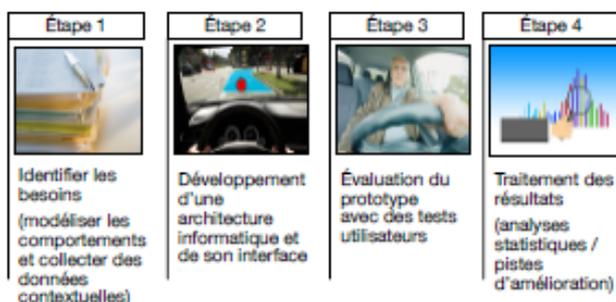
## QUESTION DE RECHERCHE

- Est-ce qu'un système d'aide à la conduite intégrant la sensibilité au contexte est mieux perçu par les conducteurs vieillissants ?

## OBJECTIFS

- **Objectif principal** : Concevoir et évaluer un système d'assistance à la conduite intégrant la sensibilité au contexte (informations provenant du conducteur, véhicule et environnement)
  - **Sous-objectif 1** : Description des comportements de conduite des personnes vieillissantes
  - **Sous-objectif 2** : Conception d'un système centré sur l'intelligibilité des données
  - **Sous-objectif 3** : Validation de l'adoption du système par les conducteurs

## MÉTHODOLOGIE



## RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

- Utilisation du véhicule instrumenté LISA (laboratoire intelligent de sécurité automobile- TÉLUQ-LICEF)
- Différentes données recueillies :
  - Informations contextuelles (vitesse, mouvements du volant, localisation GPS, suivi du regard, ...)
  - Données sociodémographiques (âge, genre, expériences de conduite...)
  - Niveau de fatigue perçue du conducteur (échelle de 0 à 10)
- Construction d'un outil d'analyse avec des techniques de forage de données et des évaluations statistiques pour :
  - Tester notre algorithme hors-ligne avec des données
  - Stocker les informations contextuelles collectées
  - Permettre une visualisation des données recueillies (Fig. 1)



Figure 1. Exemple de rétroaction

- 18 personnes (M: 66,7 ans; SD: 6,43) ont répondu à un questionnaire téléphonique concernant (Fig. 2) :
  - La conception
  - La qualité de l'information
  - Le niveau de persuasion perçue (Ruer et al., 2016)

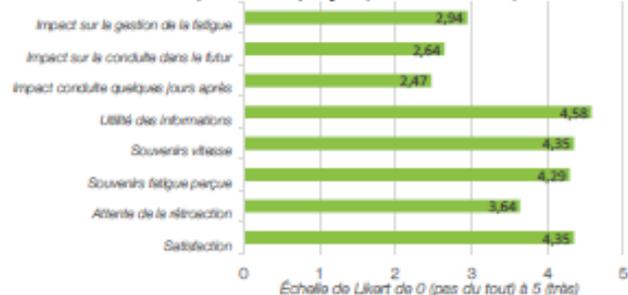


Figure 2. Résultats après la rétroaction

## CONCLUSION

- Développer un système d'aide à la conduite qui assiste et alerte le conducteur d'un danger
- STI et sensibilité au contexte apparaissent comme une solution pour aider les conducteurs vieillissants
- Premiers résultats sont encourageants
- Aller plus loin en améliorant la plateforme existante :
  - Tester différentes techniques d'analyse (algorithmes de clustering, arbres de décisions ou règle d'apprentissage)
  - Tester avec des données en temps réel
  - Améliorer le design

## RÉFÉRENCES

1. EBY, D.W. and MOLNAR, L.J. (2014). Has the time come for older driver vehicle? Journal of ergonomics.
2. DEY, A.K. (2001). Understanding and using context. Personal and ubiquitous computing 5, 1, 4-7.
3. REIMER, B. (2014). Driver assistance systems and the transition to automated vehicles: A path to increase older adult safety and mobility? Public Policy & Aging Report 24, 1, 27-31.
4. RUER, P., GOUIN-VALLERAND, C., and VALLIÈRES, E.F. (2016). Persuasive Strategies to Improve Driving Behaviour of Elderly Drivers by a Feedback Approach. In International Conference on Persuasive Technology Springer, 110-121.
5. NATIONS UNIES (2013). World Population Ageing 2013. United Nations.

## **Conscience de la Situation et Automatisation de la Conduite : Méthodologie pour une expérimentation sur simulateur de conduite**

**Auteurs :** M. Sassman<sup>1,2</sup>, T. Bellet<sup>1</sup>, J. Deniel<sup>1</sup>, M.P. Bruyas<sup>1</sup>, J.C. Bornard<sup>1</sup>, B. Richard<sup>1</sup>, B. Clavier<sup>2</sup>  
*IFSTTAR (LESCOT)<sup>1</sup> - Université de Bordeaux (IPB/ENSC)<sup>2</sup>*

**Mots-clés :** Automatisation de la conduite, Méthodologie pour l'évaluation de la Conscience de la Situation, Simulateur de Conduite, Modélisation cognitive du conducteur

**Résumé :** Cette recherche en Ingénierie Cognitive, financée par le projet Européen HFAuto (*Human Factor of Automated Driving*), porte sur l'analyse des processus cognitifs et la modélisation du conducteur automobile dans le cadre de la conduite d'un véhicule automatisé. Avec l'émergence des systèmes d'automatisation partielle de la conduite durant les dernières décennies et l'arrivée des premiers véhicules totalement autonomes, il est essentiel de mieux comprendre et d'anticiper les effets potentiels que vont avoir ces dispositifs sur les conducteurs humains et sur la sécurité routière.

Dans ce contexte général, cette recherche vise plus particulièrement à étudier les effets de l'automatisation sur la *conscience de la situation* des conducteurs (Endsley, 1995), en fonction de leur degré d'implication dans la boucle de contrôle du véhicule (conduite *manuelle* sous la seule responsabilité du conducteur, conduite automatisée *supervisée* par l'humain, ou conduite intégralement *déléguée* à l'automate).

Pour pouvoir investiguer ces questions, il est nécessaire de disposer d'un outil de simulation permettant de simuler des fonctions d'automatisation de la conduite. À cette fin, nous avons utilisé le simulateur du LESCOT *PSICO-SYHM (Plateforme de Simulation Intégrative du COnducteur et des SYstèmes Homme-Machine)*, basé sur la plateforme de simulation des aides à la conduite COSMO-SIVIC (Bellet et al. 2012) et sur le modèle du conducteur COSMODRIVE (Bellet et al, 2009, Bornard et al, 2016). 46 scénarios de conduite ont été développés sur ce simulateur afin de pouvoir étudier les effets de l'automatisation sur la conscience de la situation des conducteurs. Tous ces scénarios s'intègrent dans une tâche générale de conduite consistant à suivre un véhicule « lièvre » sur une autoroute à 2X2 voies, limitée à 90 km/h. Cette tâche expérimentale est réalisée par des conducteurs novices ou plus expérimentés, soit en mode manuel, soit par un automate susceptible de rendre la main au conducteur lors de la survenue de certains événements critiques (insertion de véhicules dans l'espace de suivi, ou démasquages soudains de véhicules lents ou arrêtés, lors des changements de voie du véhicule-lièvre).

L'objet de cette communication affichée sera plus spécifiquement de présenter cette plateforme technologique et méthodologique visant à collecter, d'un côté, des données comportementales (ex : utilisation des commandes du véhicule en conduite manuelle, temps de réaction face à des alertes en conduite automatisée, analyse comparative des stratégies visuelles en fonction de niveau d'automatisation et du type de tâche confiée au conducteur versus à l'automate), et de l'autre côté, des mesures d'évaluation de la « conscience de la situation » et du « risque » reposant sur une technique de « freeze » (i.e. interruption soudaine de la conduite et présentation figée de la dernière image de la séquence ayant fait l'objet de modifications, via la suppression ou l'ajout d'événements dans la scène routière) associée à des questionnaires d'évaluation subjective (focalisés, notamment, sur l'évaluation de la « criticité » de la situation et sur l'auto-évaluation par les conducteurs de leur performance et/ou de celle de l'automate).

Dans un second temps, ces données expérimentales - dont la collecte est en cours - seront utilisées pour la modélisation de l'activité de conduite et de la cognition du conducteur. L'enjeu sera à ce niveau d'enrichir le modèle de simulation cognitive COSMODRIVE en vue de simuler les effets de l'automatisation sur la Conscience de la Situation du conducteur.

## **Performance de freinage évaluée en conduite simulée suite à une fracture du membre inférieur droit traitée par immobilisation orthopédique : Étude comparative avec sujets sains et blessés.**

**Auteurs :** Patricia Sirois, MD <sup>1,2</sup>, François Cabana MD <sup>1,2</sup>, Laurence DesOrmeaux, <sup>2</sup>, Mathieu Hamel, ing. <sup>3</sup>, Amy Svolteis, Ph.D <sup>1</sup>, Frédéric Balg MD <sup>1,2</sup>, Hélène Corriveau PhD. <sup>2,3</sup> <sup>1</sup> Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke <sup>2</sup>Faculté de médecine et des sciences de la santé <sup>3</sup> Centre de recherche sur le vieillissement – Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke

**Mots clés :** Immobilisation orthopédique, plâtre, fracture, conduite automobile, freinage

**Introduction :** L'évaluation de l'aptitude à conduire d'un patient est une tâche laborieuse. En raison de l'aspect transitoire pouvant être associé à certains traumatismes orthopédiques impliquant le membre inférieur droit, la question à savoir si le patient peut conduire est fréquemment demandée dans les contextes d'immobilisation thérapeutique. Bien que nos études précédentes (Tremblay et al<sup>4</sup> et Murray et al<sup>5</sup>) semblaient démontrer une différence significative des temps de freinage avec l'immobilisation du membre inférieur droit chez des personnes saines, nous percevions cette différence de l'ordre de 0,41 millisecondes comme négligeable. Il nous apparaissait également primordial de prendre en compte l'impact qu'une pathologie aigüe sous-jacente pourrait avoir dans ce contexte avant de pouvoir se prononcer sur cette question.

Cette étude prospective vise donc à comparer et caractériser l'évolution temporelle des performances de freinage de sujets avec fracture du membre inférieur droit traitée par immobilisation orthopédique à celles de sujets sains en conduite automobile simulée.

**Méthode :** Nous avons recruté 103 patients adultes du CHUS de 2011 à 2015, ayant une fracture du pied ou de la cheville droite traitée de manière conservatrice par immobilisation orthopédique avec autorisation de mise en charge selon la tolérance. Selon un devis observationnel à mesures répétées, ces sujets blessés ont été évalués à quatre reprises sur un intervalle de deux mois. À des fins de comparaison, un groupe de 76 participants sains a aussi été évalués à deux reprises. Différentes données démographiques et anthropométriques ont été recueillies. De plus, des mesures de force et de temps de freinage ont été enregistrées par l'intermédiaire d'un simulateur de conduite automobile.

**Résultats :** Comparés aux sujets sains, les sujets blessés ont une diminution significative ( $p < 0,001$ ) des performances de freinage en simulateur pour chacune des évaluations avec immobilisation. Tout en maintenant un écart significatif ( $p < 0,001$ ), les performances des sujets blessés s'approchent des sujets sains vers la quatrième visite (sept à dix semaines post fracture) même après avoir retiré l'immobilisation.

**Conclusion :** Une fracture de pied ou de la cheville droite traitée de façon conservatrice par immobilisation orthopédique affecte négativement les performances de freinage en situations d'urgence sur simulateur. En conséquence, nous suggérons d'attendre au minimum le retrait de l'immobilisation avant de pouvoir reprendre une conduite sécuritaire suite à une fracture de la cheville ou du pied droit traité par immobilisation orthopédique.

**Catégorie de recherche :** Recherche clinique

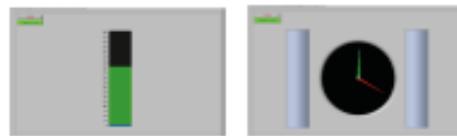


## Performance de freinage en conduite automobile simulée suite à une fracture du membre inférieur droit immobilisé : Étude comparative avec sujets sains et blessés

P Sirois<sup>1</sup>, A Svatkalis<sup>1</sup>, N Carrier<sup>2</sup>, F Baig<sup>1</sup>, M HameP, H Corriveau<sup>3</sup>, F Cabana<sup>1</sup>.  
<sup>1</sup> Service d'orthopédie, <sup>2</sup> Service de rhumatologie, <sup>3</sup> Centre de recherche sur le vieillissement.

### OBJECTIFS

Comparer et caractériser l'évolution temporelle des performances de freinage en conduite automobile simulée chez des patients avec une fracture du membre inférieur immobilisé permettant la mise en charge à celle de volontaires sains.



### Critères d'inclusions:

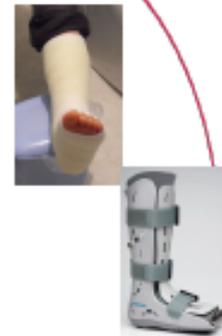
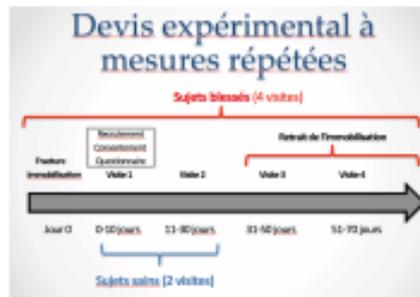
- Permis de conduire valide
- 18 – 75 ans
- ped droit exclusif pour accélérations et freinages
- Sujets blessés: fracture pied/cheville D avec MEC\* tolérance

### Critères d'exclusions:

- Mal des transports/ simulateur
- Atcd médicaux ayant impact sur la conduite: pathologie pied/cheville; incapacité musculosquelettique
- Consommation abusive ROH ou drogues, médicaments
- Maladie décompensée: psychiatrique/ cardiaque/ vasculaire/ neurologique...
- Trouble de la vision

90 patients avec fractures du pied ou de la cheville droite et 76 volontaires sains ont été recrutés.

Étude prospective



### RÉSULTATS

Table 1. Caractéristiques de base

	Sujets blessés	Sujets sains	p-value
Personnes, n (%)	49 (49%)	45 (59%)	0,230
Âge: Moy ± ET	48 ± 13	39 ± 13	0,024
DMC (Fvoblog), Moy ± ET	36,4 ± 5	25 ± 5	0,000
Transportation, n (%)			0,040
Maternelle	36 (69%)	34 (32%)	
Autonavigue	49 (100%)	39 (86%)	
Les 2	33 (67%)	30 (67%)	
Résidence en ville, n (%)	70 (70%)	65 (87%)	0,007
Scolarité, n (%)			0,072
Secondaire/ DEP	37 (37%)	37 (32%)	
Collégial/DEC	30 (30%)	32 (29%)	
Universitaire	32 (32%)	35 (47%)	
Nationalité canadienne, n (%)	94 (95%)	65 (86%)	0,000
Expérience de conduite (année), Moy ± ET	26 ± 13	21 ± 13	0,039
Km annuel, Méd (IQ)	208 (126-386)	176 (106-296)	0,009

Table 2. Force de freinage (avec distraction)

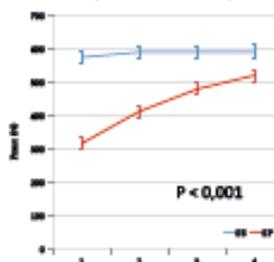
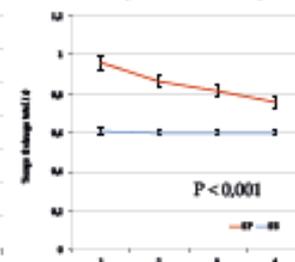


Table 3. Temps de freinage total (avec distraction)



Les patients blessés ont une diminution significative des performances de freinage d'urgence pour toute la durée de leur immobilisation. Cet écart est encore significatif à la 4<sup>e</sup> visite (51-70 jour = 7 à 10 sem)

Table 4. Temps de mvt chaîne ouverte (avec distraction)

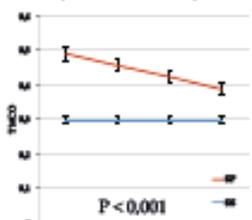
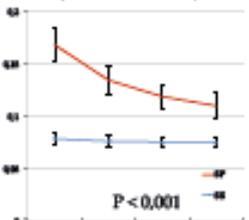


Table 5. Temps de mvt chaîne fermée (avec distraction)



Points forts:

- Pas d'études cliniques similaires;
- Simulateur déjà validé pour la conduite réelle.

Points faibles:

- Biais de sélection; performance de freinage seulement.

### CONCLUSION

Nous suggérons d'attendre au minimum le retrait de l'immobilisation avant de pouvoir reprendre une conduite sécuritaire suite à une fracture de la cheville ou du pied droit traité par immobilisation orthopédique.

## Discours de clôture



Martial PASSI



Vice-Président du SYTRAL, Lyon 

M. PASSI excuse l'absence de Mme GUILLEMOT, Présidente du SYTRAL, et remercie les membres des comités organisateur et scientifiques, et plus particulièrement M. MIGNOT pour cette invitation.

### Quatre décennies de sécurité routière en France ont eu des effets positifs

M. PASSI a l'habitude de dire qu'il a grandi avec la sécurité routière, puisque que les premières actions ont été initiées dans les années 70. Pendant ces quatre décennies, le législateur a beaucoup réglementé pour fixer un cadre à la conduite en abaissant les vitesses, en imposant des changements de comportements et en intervenant dans la conception des véhicules pour améliorer la sécurité des occupants du véhicule et de ceux qui circulent sur la voie publique. Ces efforts ont permis de réduire le nombre de décès sur la route par quatre alors que le trafic a doublé.

### Le SYTRAL, coordinateur d'une politique publique de mobilité durable et de sécurité routière

Accompagné par la Métropole de Lyon, le SYTRAL (Syndicat Mixte des Transports pour le Rhône et l'Agglomération Lyonnaise) est notamment en charge du Plan de Déplacements Urbains. Ce document de planification fixe les orientations des mobilités à horizon 2030 pour faire notamment face aux défis de la pollution atmosphérique, de santé publique, d'insécurité routière et du réchauffement climatique. L'objectif est de réduire l'usage de la voiture et de développer l'usage de la marche, du vélo et des transports en commun. La sécurité routière est un rouage essentiel et incontournable de ces réflexions.

### Lyon innove avec la première desserte mondiale de transport public autonome

Lyon est une terre d'innovation reconnue mondialement dans le secteur de mobilité. En 2005, Le système Vélo'v fut le premier service de vélos partagés à très grande échelle. En 2015, OPTIMOD est devenu, grâce aux technologies des transports intelligents, le premier GPS urbain multimodal en temps réel et prédictif. Et en 2016, NAYVA est devenue la première desserte mondiale de transports publics par navette électrique autonome sans chauffeur, innovation vouée à se développer dans le monde. Elle parcourt 1,3 km dans des conditions optimales de sécurité et réalise 5 arrêts. Elle est équipée de faisceaux insensibles à la pluie et au brouillard, dotée de caméras en stéréo vision pour détecter les obstacles et appréhender son environnement. Plus de 100 000 heures d'ingénieries et un investissement de 500 000 euros ont été nécessaires pour mettre au point cette technologie du futur, désormais présente et réelle.

### Mais la technologie n'est pas la panacée de la sécurité routière

L'innovation technologique, l'automatisation, les progrès techniques peuvent considérablement réduire les accidents et séduire jeunes et moins jeunes. Toutefois, elles ne doivent pas occulter les relations humaines. Chercher la perfection et le risque zéro en sécurité routière peut amener la société dans le piège de l'aliénation et de la déshumanisation des services. Les conséquences sont l'individualisme, la détérioration des relations sociales, la précarisation globale de la société, voire des comportements étroits, racistes et xénophobes. Ces derniers menacent les principes fondamentaux de la République Française comme l'égalité entre les citoyens et la capacité collective à créer du sens commun pour faire société. La vigilance est donc de mise pour définir de nouvelles formes de coexistence entre l'homme et la machine pour profiter pleinement des progrès scientifiques, techniques et informationnels. Ces innovations ne sont judicieuses que si elles répondent aux besoins et aux préoccupations des êtres humains.

### L'être humain doit toujours être pleinement considéré

L'éducation, les règles de bonnes conduites et la prévention jouent les premiers rôles de toute politique de sécurité routière et doivent continuellement être mobilisées. Dans sa ville de Givors, M. PASSI a par exemple initié une journée de sensibilisation à la citoyenneté et au vivre ensemble dans les transports en commun et sur la voie publique. Les publics ciblés étaient les élèves de CM2 pour qu'ils acquièrent les bons réflexes le jour où ils iront au collège en transports en commun.



Joël VALMAIN



Conseiller Technique Europe-International du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière, Ministère de l'Intérieur, France 

M. VALMAIN remercie les organisateurs, les intervenants et les participants issus de nombreux pays francophones pour leur implication et la grande richesse des échanges. Institutions, chercheurs, membres de la société civile, constructeurs doivent travailler de concert pour contribuer ensemble à la réduction du lourd bilan humain sur les routes dans le monde. Les échanges questionnent certaines certitudes et ouvrent de nouvelles perspectives. À titre personnel, il a hâte de pouvoir profiter du véhicule pleinement autonome.

L'évolution vers le véhicule autonome se fera de manière progressive. Et s'il est difficile de légiférer sur quelque chose qui n'existe pas précisément, l'enjeu majeur pour les pouvoirs publics est d'anticiper le rôle et les responsabilités du conducteur, et donc les besoins de formation.

Chaque compte rendu de réunion du groupe informel sur le véhicule autonome du WP1 de la CEE-ONU est décortiqué comme jamais. Le véhicule autonome bouleversera l'ordre économique, notamment celui de l'industrie automobile, et impactera l'environnement, les modes de transport, les déplacements et la mobilité en général. Pour faciliter les expérimentations en vue d'exploitations futures, des évolutions réglementaires seront nécessaires.

Toutefois, les efforts sur le véhicule autonome ne doivent pas occulter la nécessité de poursuivre les actions dites classiques déjà mises en place pour la sécurité routière : actions d'éducation, de formation, de répression, de sensibilisation dans les établissements scolaires, etc.



Marie Claude OUIMET



Réseau de recherche en sécurité routière (RRSR) du Québec, Université de Sherbrooke, Québec 

Mme OUIMET présente deux événements à venir :

- Un numéro spécial sur le sujet de cette conférence dans la revue Recherche Transports Sécurité – RTS. Chaque participant est invité à proposer leurs savoirs à Catherine BERTHELON, rédactrice en chef, à l'adresse suivante : [catherine.berthelon@ifsttar.fr](mailto:catherine.berthelon@ifsttar.fr).
- La tenue à Montréal des Entretiens Jacques Cartier du 16 au 18 octobre 2018.



Dominique MIGNOT



Directeur du Département Transport Santé Sécurité, IFSTTAR, France 

M. MIGNOT remercie :

- Les participants
- Les organisateurs, notamment Nicole TEILLAC et Virginie ETIENNE
- Les membres du comité d'organisation et du comité scientifique plus particulièrement deux piliers du colloque qui étaient malheureusement absents : Jean-Paul GAILLY, Directeur général de Bruxelles Mobilité, et François BELLAVANCE, Professeur à HEC Montréal.

Il invite les participants à tester la navette autonome NAVYA située dans le quartier de Lyon-Confluence.