



Rapports spécialisés du RIVA

Caractéristiques de l'infrastructure facilitant l'exploitation des VCA

Novembre 2018

À propos du RIVA

Le Réseau d'innovation pour les véhicules autonomes (RIVA) est une initiative du gouvernement de l'Ontario qui permet à la province d'avoir un avantage concurrentiel et de renforcer sa position comme chef de file nord-américain des technologies transformatrices de l'automobile et de la mobilité, y compris les systèmes d'infrastructures et de transport.

Cette initiative mise sur les possibilités économiques offertes par les technologies du secteur des véhicules connectés et autonomes (VCA) en soutenant la commercialisation des meilleures solutions ontariennes, lesquelles stimulent la création d'emplois, la croissance économique et la compétitivité à l'échelle mondiale. Le RIVA facilite également la planification et l'adaptation des infrastructures et des systèmes de transport de la province, en fonction de ces technologies émergentes.

Domaines d'intérêt privilégiés

Les programmes du RIVA visent à soutenir le développement et la démonstration de technologies dans le secteur des VCA, plus particulièrement en ce qui a trait aux véhicules légers (p. ex., les automobiles, les camions et les fourgonnettes), aux véhicules utilitaires lourds (notamment les véhicules commerciaux, les camions, les autobus et les véhicules récréatifs), aux infrastructures de transport, aux systèmes de transport intelligents (STI), ainsi qu'aux véhicules et systèmes axés sur le transport en commun.

Administré par les Centres d'excellence de l'Ontario (CEO) pour le gouvernement de l'Ontario, le RIVA comprend quatre programmes distincts :

- Fonds de partenariats en R-D pour les véhicules automatisés (VA)
- Développement des talents;
- Zone pilote;
- Sites régionaux de développement de technologies.

Le RIVA compte également une unité centrale vouée à la coordination des activités. L'équipe qui la compose soutient la prestation et l'administration de la programmation du RIVA et assume les fonctions clés qui suivent :

- Établissement de liens et coordination : centre de liaison visant à coordonner les activités de l'industrie et celles des universités, des organismes de recherche et des gouvernements et à établir des contacts avec les intervenants et les membres intéressés du public;
- Détermination de possibilités : transmission du savoir, recherche, données/information, analyse des tendances et lien entre les secteurs de la technologie et de la politique;
- Sensibilisation et éducation : promotion des programmes du RIVA, des essais pilotes des VA et du secteur croissant des VCA en Ontario.

Le Réseau répond à cinq objectifs :

- 01** Commercialiser les technologies des systèmes d'infrastructures et de transport et des VCA; 
- 02** Faire connaître et promouvoir le rôle de leader de l'Ontario en communiquant des informations à cet égard; 
- 03** Favoriser l'innovation et la collaboration; 
- 04** Tirer parti des talents ontariens; 
- 05** Soutenir les pôles de collaboration entre les écosystèmes de connaissances et le secteur automobile. 

Table des matières

À propos du RIVA	2
Introduction	6
Infrastructure physique	6
1- Signalisation horizontale	7
2- Chaussée intelligente	7
3- Intersections	8
4- Bornes de recharge	8
5- Zones de refuge	8
6- Stationnement	9
Infrastructure numérique	9
1- Connectivité	10
2- Unités de bord de route	10
3- Ressources informatiques	11
4- Systèmes de gestion	11
Conclusions	12
Équipe de l'automobile et de la mobilité des CEO	14

Nous tenons à remercier Stephen Knight, Megan Edge, Deanna Tosto et Alessandra Hechanova pour leur précieuse contribution.

Un grand merci également aux organisations partenaires qui travaillent avec les CEO pour assurer la prestation des programmes du RIVA, notamment les sites régionaux de développement des technologies et la zone pilote de Stratford, en Ontario.

Enfin, nous souhaitons remercier le gouvernement de l'Ontario pour son soutien aux programmes et aux activités du RIVA.

Introduction

Les véhicules connectés et autonomes (VCA), qu'ils soient destinés à un usage privé, commercial ou public, retiennent l'attention des gouvernements depuis plusieurs années. Devant l'évolution soutenue de la technologie automobile, la plupart des gouvernements tâchent de se préparer aux progrès rapides du secteur, et en premier lieu à l'arrivée des VCA sur leur réseau routier. Dans le dernier rapport spécialisé¹ du RIVA, nous avons passé en revue les principaux domaines de développement technologique des VCA, en résumant dans chaque cas les défis à relever et les projets de recherche-développement en cours.

Si la réduction du nombre de décès sur les routes est l'un des grands avantages attendus des VCA, une planification et un soutien efficaces seront indispensables pour éviter de mauvaises surprises. Les gouvernements souhaitant adopter en toute sécurité ces véhicules intelligents et pleinement exploiter leur potentiel doivent d'abord veiller à ce que l'infrastructure routière (matérielle et logicielle) soit en place. L'inadéquation de l'infrastructure actuelle constitue un obstacle de taille à l'adoption des VCA. Les chercheurs ont montré que pour bien fonctionner, les VCA ont besoin d'une infrastructure physique adaptée et d'une infrastructure numérique polyvalente. Ainsi, ces véhicules ne peuvent rouler de façon sécuritaire sur des routes dont la signalisation horizontale ou les passages pour piétons sont peu visibles ou obstrués. Les marques routières doivent être remises en état et entretenues pour permettre une détection exacte. De plus, sans la capacité de se connecter à l'infrastructure, les VCA ne disposeront que de renseignements locaux et auront une vue limitée du réseau routier. L'infrastructure routière connectée

augmentera de beaucoup la sécurité, l'exactitude et l'étendue des services offerts aux VCA et par eux.

Motivé par la nécessité urgente de planifier et de financer les équipements habilitants des VCA, ce rapport décrit l'infrastructure routière physique et numérique qui facilitera leur fonctionnement. Il examine les divers types de changements et d'améliorations à apporter pour que l'infrastructure routière de l'avenir atteigne ses objectifs. Le lecteur trouvera en conclusion une description succincte de l'infrastructure idéale des VCA et de ses principales caractéristiques.



Infrastructure physique

L'un des facteurs déterminants pour l'adoption réussie des VCA tient à l'infrastructure routière dont dépend leur fonctionnement. Certaines modifications à l'infrastructure actuelle s'imposent pour faciliter l'adoption harmonieuse et sécuritaire de ces véhicules. Les gouvernements qui ont l'intention d'accueillir les VCA sur leurs routes doivent donc planifier ces changements et y consacrer des investissements. Dans les

¹ RIVA. *Sites régionaux de développement de technologies : Domaines d'intérêt privilégiés*, 2018. Récupéré de : <https://bit.ly/2DAWXcZ>

prochaines sections, nous exposons les différents types d'améliorations dont il s'agit.

1- Signalisation horizontale

Les VCA se fient aux marques routières détectées par leurs caméras pour se positionner au milieu de la voie et repérer les points d'arrêt sécuritaires aux intersections. La détection précise des marques dépend de leur visibilité. Il est donc important d'effectuer des inspections et un entretien réguliers pour vérifier qu'elles sont clairement identifiables.

Même lorsque cet entretien a lieu, certaines conditions météorologiques peuvent réduire la visibilité de la signalisation horizontale – pensons à l'accumulation de neige sur la route. Dans les régions où les chutes de neige sont fréquentes, il serait possible d'opter pour des marques lisibles en toute saison, qui transmettraient des données sur la position du véhicule au moyen de capteurs encastrés dans la chaussée ou d'étiquettes d'identification par radiofréquence (RFID). La pluie peut également empêcher les caméras installées à bord du véhicule de correctement reconnaître les marques routières. Ce problème peut être réglé en suivant l'exemple du département des Transports du Michigan² qui a adopté des marques rétroréfléchissantes par temps de pluie.

2- Chaussée intelligente

Certains gouvernements ont commencé à investir dans la chaussée intelligente, en raison de ses nombreux avantages³. Avec l'arrivée des VCA sur

le marché, ces avantages deviendront encore plus pertinents.

La chaussée intelligente peut suivre la position des véhicules et, en cas de problème, alerter les VCA. Elle peut également, à partir de ces données de position, détecter les urgences routières et les conditions de circulation, et les signaler aux autorités, qui pourront alors intervenir rapidement. La chaussée intelligente peut aussi partager des données de localisation avec les VCA, afin d'améliorer les données recueillies par leurs appareils de localisation dans les régions où le GPS n'est pas fiable.

Les produits de chaussée intelligente les plus prisés à l'heure actuelle utilisent des câbles à fibres optiques capables de déceler les contraintes subies par la route. Des accéléromètres sont encastrés dans le revêtement pour mesurer les vibrations et prédire le parcours emprunté. Des magnétomètres permettent d'estimer la taille des véhicules et de prédire leur type. L'électricité provient du réseau, par l'intermédiaire de connexions par câble Ethernet qui assurent également la connectivité de la chaussée⁴.

Bien que son déploiement puisse paraître complexe, la chaussée intelligente offre l'avantage de pouvoir être fabriquée hors site, sous la forme de dalles de béton prêtes à installer.

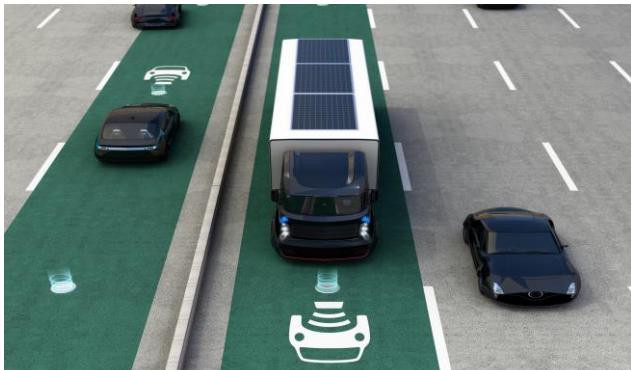
Inside Towers, « Verizon Wireless Is Taking It To the Streets », janvier 2018. Récupéré de :

<https://insidetowers.com/cell-tower-news-verizon-wireless-taking-streets/>

⁴ A. Nordrum, « Colorado Prepares to Install “Smart Road” Product by Integrated Roadways », août 2018.

Récupéré de :

<https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/infrastructure/colorado-prepares-to-install-smart-road-product-by-integrated-roadways>



3- Intersections

Les VCA sont entraînés à détecter les piétons aux intersections, mais les essais sur le terrain révèlent qu'ils y échouent parfois. Tant que cette fonction ne sera pas entièrement fiable, l'infrastructure installée aux intersections aura un rôle à jouer pour garantir une détection sans faille. L'infrastructure peut être intégrée à la chaussée, comme dans le cas de capteurs magnétiques ou de pression encastrés dans un passage pour piétons, ou être installée en hauteur, comme dans le cas de capteurs ou de caméras infrarouges fixés à un feu de circulation ou à un poteau électrique. On peut également installer des avertisseurs lumineux aux carrefours pour prévenir les véhicules lorsque des piétons traversant la rue sont détectés⁵.

4- Bornes de recharge

Tout porte à croire que les VCA seront électriques. Au fil de l'évolution de l'industrie en ce sens, les investissements consacrés à l'ajout de bornes de recharge favoriseront l'adoption et l'exploitation des VCA. Les autorités devront déterminer les meilleurs

endroits où installer cet équipement. Ce seront des lieux fréquentés, comme des stations-service et des centres commerciaux. Pour élargir le réseau de recharge, certains gouvernements incitent les propriétaires de véhicules à s'équiper d'une borne résidentielle en leur offrant un rabais ou un crédit d'impôt. Le Department of Water and Power de Los Angeles a fait figure de pionnier à cet égard, avec un programme de remise offert dans le cadre de l'initiative « Charge Up LA! »⁶.

D'autres solutions de recharge adaptées aux véhicules sans conducteur méritent également d'être explorées. L'une d'elles repose sur le concept de « recharge en mouvement ». Plusieurs techniques de recharge sans fil pour les véhicules électriques sont actuellement à l'essai⁷. Une solution consiste à utiliser des chargeurs routiers qui transmettent de l'énergie à la batterie du véhicule sans support matériel. Les routes électrifiées à l'aide de rails sont une autre piste prometteuse. Ces rails à conduction permettent un transfert d'énergie sans fil aux véhicules qui les empruntent. Cette solution, que la Suède a inaugurée sur un tronçon de 2 km, est promise à une expansion future⁸.

5- Zones de refuge

Le propre des véhicules pleinement autonomes est de fonctionner sans conducteur. L'intervention humaine peut toutefois être nécessaire dans certaines situations d'urgence, par exemple dans les cas de figure suivants :

⁵ Flir, « Pedestrian and bicyclist detection with thermal imaging cameras », août 2017. Récupéré de : <https://www.flir.ca/discover/traffic/urban/pedestrian-and-bicyclist-detection-with-thermal-imaging-cameras/>

⁶ LADWP, « Electric Vehicle Charger Rebate Program », 2018.

Récupéré de : <https://tinyurl.com/y73fdo4p>

⁷ T. Knoss, « Future electric cars could recharge wirelessly while you drive », mars 2018. Récupéré de :

<https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/12/worlds-first-electrified-road-for-charging-vehicles-opens-in-sweden>

- Le système embarqué décèle une anomalie susceptible de compromettre la fiabilité du véhicule.
- Le VCA n'est pas en mesure de manœuvrer correctement à la suite d'un événement routier imprévu.
- Des changements météorologiques inhabituels, avec lesquels le VCA n'est pas préparé à composer, se produisent.

En pareils cas, les VCA doivent pouvoir s'arrêter dans une zone sûre à proximité, jusqu'à ce que l'événement ne pose plus de danger ou que le conducteur ait repris le volant⁹.

Il faut déterminer avec soin l'emplacement de ces zones de refuge. Elles doivent être suffisamment rapprochées pour répondre aux besoins des VCA en cas d'urgence et pouvoir accueillir au moins deux véhicules. Il faut également les surveiller pour éviter leur mauvais usage. Enfin, ces zones doivent être clairement indiquées et les véhicules doivent connaître leur emplacement précis pour pouvoir s'y stationner correctement.

Le long des autoroutes, les stations-service peuvent offrir aux VCA des zones de refuge désignées. Lorsque les distances entre stations sont trop importantes, il faut prévoir des accotements intermédiaires où les VCA pourront se ranger de façon sécuritaire en cas d'urgence.

6- Stationnement

On s'attend à ce que les VCA puissent aller se stationner tout seuls après avoir déposé leurs passagers à la destination souhaitée. Ce scénario exigera de modifier les stationnements et les parcomètres actuels.

Puisque les VCA rouleront parfois sans conducteur, les modes de paiement couramment utilisés dans les stationnements et aux parcomètres ne conviendront plus. On gagnerait donc à automatiser les modes de paiement. Il faudrait que les entrées de stationnement et les parcomètres puissent reconnaître les véhicules. Pour ce faire, on pourrait doter ces équipements d'un lecteur RFID et apposer une étiquette RFID sur chaque véhicule. Le lecteur récupérera automatiquement le numéro de plaque d'immatriculation enregistré dans l'étiquette.

Une caméra installée à des points désignés pour la reconnaissance des véhicules offre une solution de recharge à la technologie RFID. La caméra scannerait les numéros de plaque des véhicules stationnés. Cette technique de reconnaissance visuelle se heurterait cependant à des difficultés pour le stationnement dans la rue et les convois routiers, les caméras n'ayant alors qu'une vision restreinte des plaques.

En ce qui concerne le règlement des frais de stationnement, les propriétaires de véhicules pourraient recourir à des modes de paiement en ligne, par exemple.

Infrastructure numérique

Pour réaliser le plein potentiel des VCA, une infrastructure numérique doit venir compléter l'infrastructure physique. Un soutien en matière de technologies de l'information peut augmenter les capacités des VCA et de leur infrastructure physique. Ainsi, comme nous l'avons vu dans la section portant sur l'infrastructure physique, l'ajout de connectivité peut aider à résoudre de nombreux problèmes. L'infrastructure numérique peut soutenir

⁹ Transport Systems Catapult, « Future Proofing Infrastructure for Connected and Automated Vehicles », rapport technique, février 2017.

la communication avec différents composants de l'infrastructure routière ainsi qu'avec les VCA, les fournisseurs de services et les autorités. Cette capacité de communication, assortie de ressources suffisantes pour le traitement et le stockage des données, permettra d'offrir un large éventail de services. Dans les prochaines sections, nous décrivons les principales ressources numériques nécessaires à la prestation de ces services.

1- Connectivité

Le fait d'équiper l'infrastructure routière de capacités de communication à large bande ouvre la porte à quantité d'applications de sécurité, de diagnostic et d'infodivertissement. L'infrastructure connectée peut fournir des renseignements en temps réel sur un événement routier ou une situation d'urgence, permettant une intervention rapide de la part des autorités. Des informations en temps réel sur le trafic peuvent transiter de l'infrastructure vers les VCA pour optimiser leur fonctionnement. Par ailleurs, aux intersections, les communications entre les VCA et l'infrastructure simplifient l'adoption de feux adaptatifs en évitant de devoir installer des capteurs dédiés. La signalisation prioritaire pour les véhicules d'urgence et le transport en commun est une autre application qui sera améliorée par les communications véhicule-infrastructure. L'automatisation des péages s'en trouvera également facilitée. Enfin, les services d'infodivertissement y trouveront aussi leur compte en offrant aux VCA une connectivité Wi-Fi gratuite au moyen de l'infrastructure routière.

Grâce à la connectivité large bande, la surveillance, le diagnostic et la commande des équipements de l'infrastructure routière peuvent se faire à distance. Cette fonction offre l'avantage d'un entretien aisé et flexible en temps réel, comparativement à l'entretien laborieux qu'exige l'infrastructure non connectée.

Plusieurs technologies de communication sont en mesure d'assurer la connectivité dorsale de l'infrastructure, par exemple les fibres optiques, Ethernet et les communications cellulaires. Le choix de la technologie dépendra notamment de l'infrastructure en place. Ainsi, une ville qui recourt aux câbles optiques pour la prestation de services Internet commerciaux pourrait avoir intérêt à conserver la même technologie pour connecter l'infrastructure routière, de façon à tirer parti de l'équipement déjà déployé.

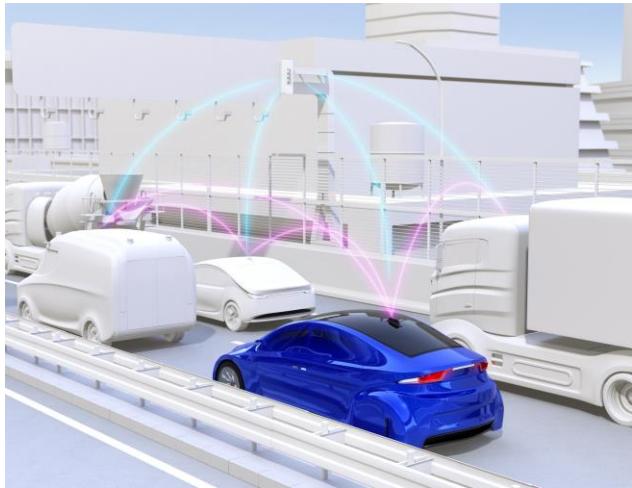
En ce qui concerne la communication avec les VCA, l'infrastructure doit faire appel à au moins l'une des technologies de communication véhiculaire présentées dans la prochaine section.

2- Unités de bord de route

Les unités de bord de route (UBR) sont des modules situés le long des routes et aux carrefours en vue d'améliorer le fonctionnement des VCA. Dans le cadre de la communication infrastructure-véhicule (I2V), les UBR peuvent faire parvenir aux VCA des avertissements, des informations en temps réel sur la circulation et l'état des routes, des cartes et des renseignements de navigation. Les UBR se procurent ces données par l'entremise de connexions Internet dorsales ou en communiquant avec des UBR voisins. Les informations peuvent aussi circuler en sens inverse, soit dans la direction véhicule-infrastructure (V2I). Par ailleurs, les UBR peuvent servir de points d'accès Wi-Fi aux VCA qui passent à proximité.

Pour communiquer avec les VCA, les UBR doivent posséder des capacités de communication véhiculaire. Celles-ci peuvent faire appel à des systèmes de communications à courte portée (DSRC) ou à la nouvelle mais prometteuse norme cellulaire de communication véhiculaire (C-V2X). Le choix sera fonction de la technologie prépondérante dans les VCA.

Comme on ne sait pas encore quelle technologie véhiculaire dominera le marché des VCA, les gouvernements gagneraient à déployer les UBR une fois qu'un consensus se sera dégagé à cet égard. En revanche, puisque les UBR ont besoin d'une connectivité dorsale à large bande pour l'accès Internet et les communications



interinfrastructures, ils pourraient dans l'intervalle planifier leurs emplacements et installer la connectivité requise.

3- Ressources informatiques

À l'aide de ses capacités de détection et de communication, l'infrastructure recueille des données cruciales. Pour rendre ces données brutes exploitables, il faut les traiter et les analyser, puis les stocker aux fins de leur accès ultérieur. Ces tâches impliquent que l'on dispose de ressources informatiques adéquates.

Deux grandes solutions sont envisageables pour l'acquisition de ces ressources. Les gouvernements peuvent construire des centres de données munis de leurs propres serveurs ou faire appel à des services infonuagiques externalisés. Dans un cas

comme dans l'autre, les ressources informatiques doivent avoir des connexions en temps réel avec l'infrastructure. Leurs capacités doivent également être suffisantes pour traiter les données reçues et les entreposer aussi longtemps que nécessaire.

L'utilisation des VCA à titre de nuages véhiculaires constitue une autre ressource informatique intéressante¹⁰. Avec leurs modules informatiques embarqués, les VCA peuvent instantanément devenir des centres informatiques sur roues¹¹. Stationnés ou en mouvement, ils peuvent exécuter des tâches informatiques à la demande de l'infrastructure. Le choix des véhicules qui accompliront ces tâches doit être judicieux et tenir compte de leur disponibilité et de la continuité de l'accès tout au long des tâches. Les VCA voués au transport en commun sont avantageux à cet égard, vu leur disponibilité et leurs itinéraires prédéfinis.

4- Systèmes de gestion

Pour améliorer la précision de leur détection, les VCA ont besoin d'informations cartographiques et de données sur la circulation. D'où l'utilité des systèmes de gestion du trafic, qui peuvent traiter les mises à jour en temps réel et envoyer des informations de navigation aux VCA, s'il y a lieu. Par exemple, si une collision entraîne la fermeture d'une route, signalée par des agents sur les lieux de l'accident, les VCA ne sauront pas forcément interpréter ces signaux humains. Un système de gestion connecté aux autorités routières et aux VCA par le truchement d'applications mobiles pourra aviser les véhicules en temps réel de la fermeture ou de la déviation. Les VCA pourront alors décider de suivre la déviation ou de passer en mode manuel, s'il y a un conducteur à bord. Les renseignements de ces systèmes peuvent aussi

¹⁰ S. Olariu, M. Eltoweissy, M. Younis, « Towards autonomous vehicular clouds », *ICST Transactions on Mobile Communications Applications*, vol. 11, n° 7–9, 2011, p. 1–11.

¹¹ S. Abdelhamid, R. Benkoczi, H. Hassanein, « Vehicular clouds-ubiquitous computing on wheels », *Emergent Computation, Springer*, 2017, p. 435-452.

être utiles aux véhicules non autonomes et les aider à mieux planifier leur trajet.

D'autres systèmes de gestion peuvent servir à la commande adaptative des feux de circulation. À partir des données recueillies auprès des VCA aux intersections, ces systèmes peuvent calculer des cycles de signalisation adaptatifs et commander les feux de circulation en fonction des exigences du trafic en temps réel.

Les systèmes de gestion du stationnement sont aussi recommandés pour faciliter le stationnement dans la rue. À l'aide de leurs caméras, les VCA peuvent repérer les places de stationnement disponibles et en signaler l'emplacement au système, qui peut ensuite relayer l'information à d'autres véhicules au moyen d'applications mobiles. Le système peut confier à d'autres VCA la tâche de vérifier si les places de stationnement précédemment signalées sont toujours disponibles.

Conclusions

Les VCA privés, utilitaires et publics offrent un potentiel considérable. Pour donner leur pleine mesure et garantir une navigation sécuritaire, ils ont besoin d'une infrastructure habilitante, soit des ressources matérielles et logicielles déployées dans le réseau routier ou connectées à ce réseau. Nous avons esquissé dans ces pages les principaux changements et améliorations qu'il convient d'apporter à l'infrastructure routière actuelle pour satisfaire aux exigences de ces véhicules autonomes de haute technologie. Il a été question de l'adaptation de l'infrastructure physique, notamment la signalisation horizontale, la chaussée, les bornes de recharge, les intersections et le stationnement. Nous avons aussi souligné l'importance des zones de refuge pour renforcer la sécurité de l'infrastructure actuelle. Outre ces transformations matérielles, l'infrastructure routière appelle des améliorations numériques qui

permettront d'élargir ses capacités. Nous avons mis en lumière les principales améliorations numériques qu'exige l'infrastructure des VCA, soit la connectivité, les UBR, les ressources informatiques et les systèmes de gestion.

En guise de synthèse de notre analyse, le lecteur trouvera à la page suivante un tableau des principales caractéristiques de l'infrastructure routière de l'avenir.

Les gouvernements devraient planifier des investissements dans les domaines de changement évoqués, en tenant compte de leurs particularités. Ils pourront ainsi préparer leur réseau routier à accueillir les VCA de façon sécuritaire, en offrant aux usagers une expérience de qualité. La normalisation des caractéristiques de l'infrastructure et des équipements déployés mérite également de retenir l'attention si l'on veut assurer une mobilité sans rupture d'une région à l'autre. Le RIVA, à l'aide de son financement et de ses programmes, soutient l'élaboration de projets axés sur les besoins des VCA en matière d'infrastructure.

Bien qu'on ne sache pas exactement combien de temps prendra le virage vers les VCA, la durée de vie de l'infrastructure routière construite dans un proche avenir englobera cette période de transition.

Il serait donc judicieux de songer aux VCA lors de la planification et du déploiement de cette infrastructure pour éviter de coûteux changements par la suite. Par ailleurs, les VCA devront être accessibles à l'ensemble de la population. C'est dire que des investissements dans l'infrastructure routière suburbaine et rurale seront bientôt incontournables et que les gouvernements devraient s'y préparer.

Caractéristiques d'une infrastructure routière compatible avec les VCA

Visibilité	La signalisation horizontale et les passages pour piétons sont lisibles pour les VCA jour et nuit et
Intelligence	Dans toute la mesure du possible, l'infrastructure est équipée de capteurs et d'étiquettes qui ajoutent à son intelligence et à son automatisation.
Connectivité	Des technologies fiables assurent la connectivité interinfrastructures, V2I et I2V.
Autonomie	Il est posé a priori que les humains ne participent pas à l'interaction entre les VCA et l'infrastructure. La recharge et le stationnement des véhicules sont entièrement automatisés.
Sécurité intégrée	<p>La plupart des applications des VCA étant liées à la sécurité, l'infrastructure doit être en mesure de gérer toute défaillance de l'équipement. La redondance des déploiements fait en sorte qu'en cas de panne d'un appareil ou de rupture d'un lien réseau, une solution de rechange peut aussitôt prendre le relais.</p> <p>Des zones de refuge sont prévues et aménagées le long des routes, afin de composer avec d'éventuels défauts de fonctionnement ou limitations du système automatisé des véhicules sans conducteur.</p>
Soutien technologique	<p>Des UBR sont intégrées à l'infrastructure afin de fournir un soutien informationnel, des vues d'ensemble et un accès Internet à large bande aux VCA.</p> <p>L'infrastructure est dotée d'amples ressources informatiques capables d'assurer le traitement et le stockage des données qu'elle a produites et collectées.</p> <p>Des systèmes de cybergestion du trafic et du stationnement sont mis au point. Ils sont reliés à l'infrastructure et aux VCA pour faciliter leur fonctionnement et leur automatisation.</p>
Omniprésence	Les VCA doivent avoir accès à l'ensemble du réseau routier. Pour être disponible partout, l'infrastructure connexe fait l'objet de planification et d'investissements.

Équipe de l'automobile et de la mobilité des CEO



Raed Kadri
Directeur, Technologie automobile
et innovation de la mobilité
416 861-1092, poste 9-7400
raed.kadri@oce-ontario.org



Daniel Graham
Gestionnaire de portefeuille, secteur
de l'automobile et de la mobilité
416 861-1092, poste 9-1107
daniel.graham@oce-ontario.org



Martin Lord
Gestionnaire principal, secteur
de l'automobile et de la mobilité
905 823-2020, poste 3236
martin.lord@oce-ontario.org



Viraj Mane
Gestionnaire, secteur
de l'automobile et de la mobilité
416 861-1092, poste 9-1073
viraj.mane@oce-ontario.org



Sherin Abdelhamid
Analyste, données techniques
et tendances mondiales
416 861-1092, poste 9-1097
sherin.abdelhamid@oce-ontario.org



Shane Daly
Coordinateur, Équipe de
l'automobile et de la mobilité
416 861-1092, poste 9-5017
shane.daly@oce-ontario.org