

RAPPORTS SPÉCIALISÉS DU RIVA

JUILLET 2019

RIVA
CONNECTÉ. AUTOMATISÉ.

Ontario 



LES POSSIBILITÉS POUR
LES VÉHICULES CONNECTÉS
AU-DELÀ DU TRANSPORT



Centres d'excellence
de l'Ontario

Où l'avenir se réalise

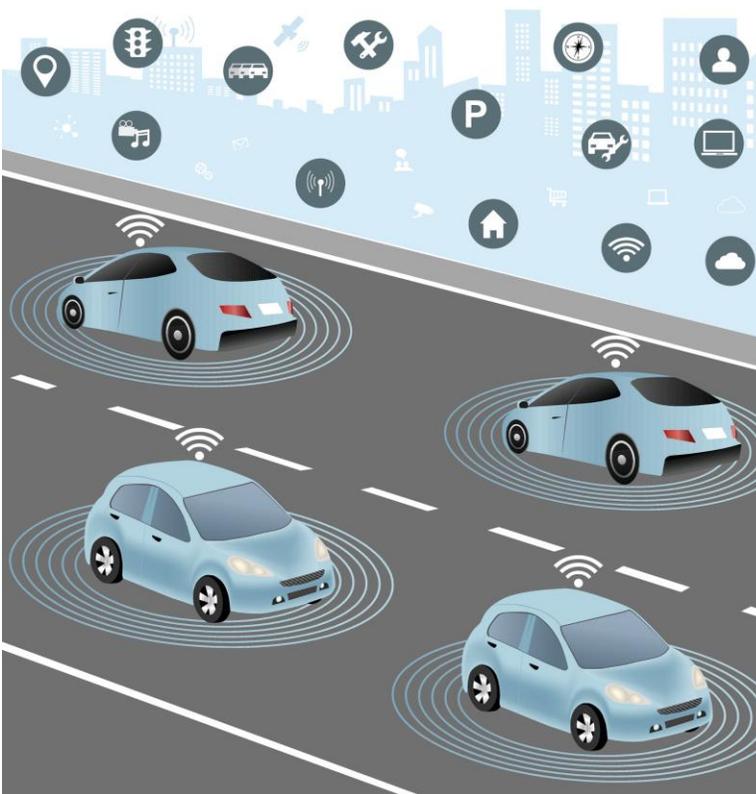


TABLE DES MATIÈRES



03	INTRODUCTION
06	DÉTECTION MOBILE
10	LE RELAYAGE DE DONNÉES
13	LES RELAYEURS DE DONNÉES
15	L'INFONUAGIQUE DES VÉHICULES
20	LA LOCALISATION
22	LE COMMERCE ÉLECTRONIQUE
25	CONTRIBUTIONS DE L'ONTARIO
26	CONCLUSIONS
28	RENCONTREZ L'ÉQUIPE DU RIVA
29	À PROPOS DU RIVA

INTRODUCTION



Afin de réduire la mortalité et d'accroître la sécurité sur les routes, les véhicules connectés (VC) ont été introduits sur le marché automobile. Grâce aux échanges d'alertes de sécurité, les VC ont une

meilleure reconnaissance de leur environnement, ce qui permet d'éviter des collisions et de réduire le nombre de décès sur les routes. De plus, grâce aux échanges de messages sur l'état de la circulation, les VC peuvent réduire la congestion et éviter les événements routiers indésirables, ce qui se traduit par une meilleure expérience de conduite et une réduction des impacts sur l'environnement.

Grâce à leurs caractéristiques et à leurs ressources intégrées, les VC sont devenus particulièrement intéressants pour les chercheurs et les développeurs des secteurs de l'automobile et des technologies de l'information. Par conséquent, **des possibilités remarquables d'utilisation des VC, qui vont au-delà du transport sécuritaire et pratique, ont vu le jour.**

Certaines de ces possibilités d'utilisation se servent de la gamme de capteurs intégrés qui, une fois associée à la mobilité et à la disponibilité étendue des véhicules, offre un large éventail d'applications et de services de **détection mobile.**



Avec l'introduction de la connectivité sans fil dans l'environnement de l'automobile, les VC sont considérés comme des points de **relais** et des **relayeurs de données**. Ils peuvent faciliter le transfert de données entre eux et avec d'autres entités connectées, soit à proximité directe ou à distance.

D'autres possibilités d'utilisation permettent de se servir de l'abondance des ressources de traitement et de stockage de données, disponibles dans les VC, par le biais de leurs unités informatiques intégrées. Le paradigme de **l'infonuagique des véhicules** est le fruit de recherches et d'innovations en la matière.

Grâce à la disponibilité de systèmes de positionnement à bord, les VC peuvent également être utilisés pour **localiser des objets** qui ont été perdus ou qui ne peuvent pas identifier leur propre emplacement.

Conscients du temps passé au quotidien dans les véhicules, les fabricants d'équipement d'origine (FEO) et les développeurs automobiles ont activement introduit des capacités de paiement

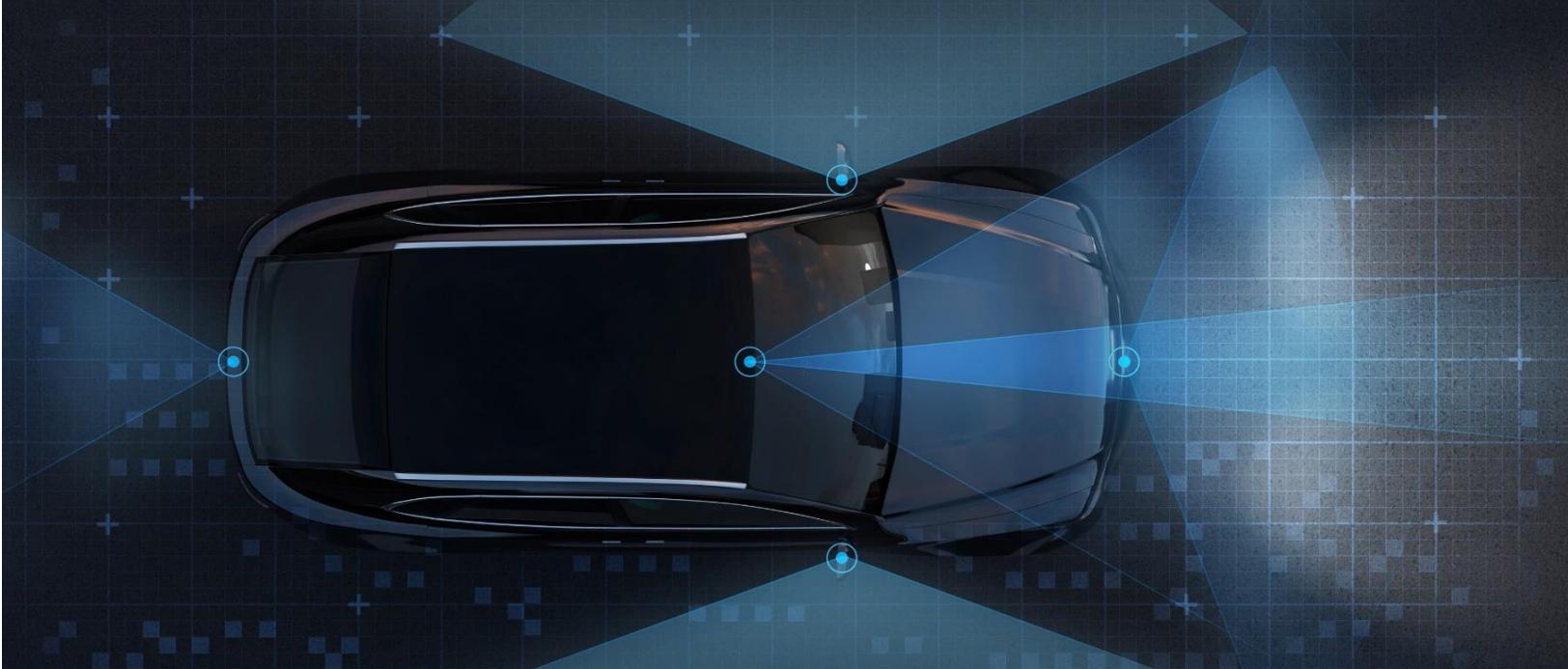
électronique dans l'habitacle des véhicules, offrant ainsi une large gamme d'applications de **commerce électronique** aux occupants des véhicules. Cette nouvelle possibilité d'utilisation des VC a offert aux détaillants et aux diverses sociétés de services financiers, des possibilités de réaliser des profits grâce à des achats initiés et complétés à l'intérieur du compartiment du véhicule en déplacement. Dans un souci de sécurité, les assistants vocaux ont été largement utilisés à cet égard.

Motivé par l'ampleur et la diversité des avantages qui peuvent résulter de l'utilisation des nombreuses capacités des VC, **ce rapport décrit les divers domaines d'application et de services pour lesquels les VC peuvent être utilisés, au-delà de la seule utilisation à des fins de transport sécuritaire**. Le rapport traite principalement de l'utilisation des VC pour la détection mobile, le relais et le transfert de données, l'infonuagique, la localisation, ainsi que le commerce électronique. Ceci est suivi par un aperçu des activités de recherche



pertinente en cours en Ontario. Nous concluons la présentation en soulignant certains impératifs de conception et de fonctionnement, tels que la protection de la confidentialité des données et la cybersécurité, qui devraient être rigoureusement pris en compte pour une adoption réussie de ces domaines d'utilisation.

Il convient de noter que les concepts et les possibilités d'utilisation couverts dans le présent rapport sont issus d'activités de recherche à travers le monde. Les développements pertinents de l'industrie, à l'exception du domaine d'utilisation du commerce électronique, sont en attente qu'il y ait un nombre suffisant de véhicules connectés et de technologies de communication routières qui soient disponibles et déployés.



LA DÉTECTION MOBILE

Pour améliorer le niveau de sécurité sur les routes, les VC sont équipés d'un ensemble de capteurs permettant de surveiller l'environnement du véhicule et de fournir des informations pertinentes aux systèmes intégrés. Des exemples de ces capteurs et des applications qu'ils supportent ont été présentés dans un rapport RIVA¹ antérieur.

Avec les activités en cours dans le secteur automobile, les chercheurs et les développeurs sont devenus très attentifs

aux nombreuses capacités et possibilités d'utilisation des capteurs des VC. Cela a permis **d'élargir la portée de la capacité de détection des véhicules** au-delà des seules cibles de sécurité initiales. Certaines possibilités d'utilisation ont émergé en se servant des capteurs, qui ont été initialement intégrés dans les VC à des fins de sécurité, pour d'autres applications qui peuvent bénéficier des données captées. D'autres possibilités d'utilisation ont donné lieu à l'ajout de capteurs supplémentaires dans les VC, élargissant le champ des

¹ Autonomous Vehicle Innovation Network. (2018). Data in the Context of CAVs - Types and Operational Opportunities. Obtenu sur <https://tinyurl.com/y9kkwlqy>



applications qui peuvent bénéficier de la mobilité et de la disponibilité étendue des véhicules.

D'une manière générale, le concept de génération de données captées par des entités en déplacement, les véhicules dans le cadre de ce rapport, est connu sous le nom de "détection mobile²."

Parmi les exemples d'applications de détection mobile qui peuvent **utiliser les capteurs préexistants dans les VC** on retrouve la **surveillance de la disponibilité du stationnement** et la **détection des conditions routières**. Ces deux applications peuvent utiliser la **caméra** du véhicule pour extraire les données pertinentes des images capturées. Pendant les déplacements, les VC peuvent capturer des images du bord de la route, analyser ces images pour détecter les places de stationnement disponibles et, avec l'aide du système de positionnement intégré, partager des renseignements en

temps réel sur les emplacements des places disponibles avec d'autres véhicules. Si les VC qui effectuent la détection sont connectés à l'Internet, ils peuvent envoyer les renseignements sur le stationnement à une entité centrale qui peut ensuite les partager avec d'autres utilisateurs à travers une application logicielle. Si un VC qui effectue la détection n'est pas muni d'une connexion à l'Internet, il peut utiliser ses capacités de communication de véhicule à véhicule et de véhicule à une infrastructure, pour diffuser les renseignements³. Étant sujets à des changements, les renseignements sur les stationnements doivent être diffusés en tenant compte d'une période d'expiration raisonnable. La caméra intégrée peut aussi être utilisée pour détecter les conditions routières. Par exemple, grâce aux techniques de traitement des images, les routes mouillées et enneigées peuvent être détectées grâce à l'analyse de la polarisation et des niveaux de texture des images capturées par la caméra⁴. Différentes anomalies sur les routes peuvent également être détectées par d'autres types de capteurs. Par exemple,

² Abdelhamid, S., Hassanein, H., Takahara, G. (2014) Vehicle as a mobile sensor. Elsevier Procedia Computer Science. Extrait de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050914008801>

³ Korosec, K. (2019). Volvo cars in Europe will be able to warn each other about hazardous road conditions. Extrait de

<https://techcrunch.com/2019/04/15/volvo-cars-in-europe-will-be-able-to-warn-to-each-other-about-hazardous-road-conditions/>

⁴ Yamada, M., Ueda, K., Horiba, I., Sugie, N. (2001). Discrimination of the road condition toward understanding of vehicle driving environments. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Extrait de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/911083>



les données des **accéléromètres** intégrés peuvent être analysées et utilisées pour détecter les nids-de-poules et les bosses sur la route en fonction des variations des données de vibration saisies⁵. Les renseignements sur l'emplacement et la gravité des anomalies routières détectées peuvent être communiqués par les VC qui effectuent la détection, aux autorités routières à des fins de soutien à l'entretien.

Cette approche de surveillance routière basée sur les véhicules est beaucoup plus économique et rapide que les techniques traditionnelles qui impliquent l'envoi de personnel spécialisé pour arpenter les routes.

L'autre catégorie d'applications de détection mobile pour véhicules vise à **élargir la portée des services d'information pris en charge par les VC en les munissant de capteurs supplémentaires** et en utilisant la mobilité des VC pour recueillir un large éventail de données sur leur environnement à l'aide de ces capteurs.

⁵ Eriksson, J., Girod, L., Hull, B., Newton, R., Madden, S., Balakrishnan, H. (2008). *The pothole patrol: Using a mobile sensor network for road surface monitoring.* Extrait de <http://nms.csail.mit.edu/papers/p2-mobisys-2008.pdf>

Ces applications comprennent, par exemple, la **mesure des niveaux de pollution et de bruit** dans les rues en dotant les véhicules de capteurs appropriés et en recueillant ces données à partir des véhicules à l'aide de leur connectivité intégrée. Certaines conditions routières sont difficiles à détecter par analyse des images de la caméra. La **glace sur les routes** est un exemple de conditions routières difficile à détecter. À cette fin, les chercheurs ont proposé d'autres techniques de détection qui peuvent être mises en fonction en dotant les VC de capteurs supplémentaires. Un exemple de ces techniques est l'utilisation d'un transducteur pour analyser le bruit ultrasonique de frottement entre les pneus des véhicules et les routes pour détecter la présence de glace⁶.

Conscients des avantages en matière de sécurité qui peuvent être obtenus en utilisant les VC comme capteurs mobiles, les FEO ont envisagé d'adopter ce concept pour leurs véhicules. Par exemple, en 2015, Jaguar Land Rover a annoncé un projet de recherche visant à détecter,

⁶ Gaillius, D., Jacenas, S. (2016). *Ice detection on a road by analyzing tire to road friction ultrasonic noise.* Obtenu sur <https://bit.ly/2X36n73>



prévoir et partager les données sur les nids-de-poule à l'aide de leurs véhicules⁷.

En raison de leurs itinéraires bien définis à l'échelle d'une ville, les VC de **transport en commun** sont les meilleurs candidats pour adopter le concept de détection mobile. Les VC de **flotte et les taxis** sont d'autres options bien adaptées compte tenu de la grande étendue de leur mobilité et de leur couverture du réseau routier. Toutefois, les campagnes de détection mobile devraient aussi être ouvertes au public intéressé à utiliser les ressources intégrées à leur véhicule. Lorsque des véhicules de **propriété publique** sont utilisés pour la détection mobile, deux autres termes populaires peuvent être utilisés pour désigner cette activité : la **détection publique** et la **détection participative**.

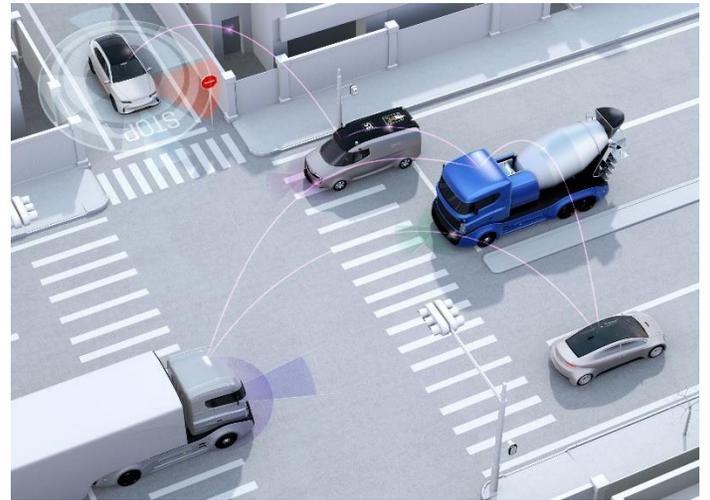
⁷ Jaguar Land Rover Limited. (2015). Jaguar Land Rover announces technology research project to detect, predict and share data on potholes. Obtenu sur

<https://www.jaguarlandrover.com/news/2015/06/jaguar-land-rover-announces-technology-research-project-detect-predict-and-share-data>

RELAYAGE DE DONNÉES

Les VC sont équipés de capacités de communication qui permettent l'échange de données avec les véhicules et l'infrastructure qui les entourent. Selon le niveau technologique, les VC peuvent également être en mesure de communiquer avec les piétons et d'autres dispositifs sur la route tels que les panneaux d'affichage connectés. En plus d'accroître le niveau de sécurité sur les routes, l'échange de données génère une grande quantité de possibilités opérationnelles dans divers domaines des services d'information, comme le soulignait un rapport antérieur du RIVA¹.

Pour accroître l'ampleur des avantages offerts par ces échanges de données, les VC sont conçus pour être des relais/transmetteurs de données qui transmettent les données à de plus



grandes distances que leur portée de communication de proximité. Le relayage des données des VC peut parcourir trois différents **circuits de communication**, selon la nature des données et leur destination.

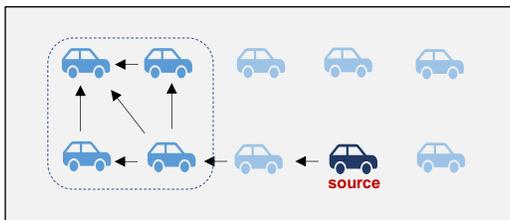
1. La géodiffusion :

La *géodiffusion* consiste à relayer les données à un groupe de destinations identifiées selon leur emplacement géographique. Ce circuit de communication peut être utilisé par les VC pour plusieurs situations différentes. Par exemple, les conducteurs de VC peuvent bénéficier de renseignements sur l'achalandage de la circulation à un point d'intérêt spécifique (PoI), tel qu'une station-service. À l'aide de leur VC, ces conducteurs peuvent émettre une



demande d'information à être géodiffusée vers les véhicules près de ce point d'intérêt. Les VC qui reçoivent la demande peuvent y répondre avec leur vitesse de conduite en temps réel dans cette zone. Étant donné que les demandeurs et les répondants ne sont pas à proximité, ils ne peuvent pas avoir de communication directe, et ils dépendent des capacités de transmission de données des VC entre eux pour acheminer les demandes et les réponses vers les destinations souhaitées.

La **géodiffusion** consiste à relayer des données à un groupe de destinations identifiées selon leur emplacement géographique



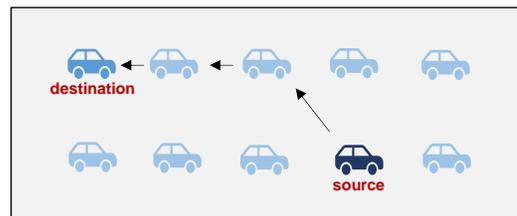
2. L'unidiffusion:

L'unidiffusion consiste à envoyer des données vers une seule destination spécifique. Par exemple, dans la situation de collecte de données décrite ci-dessus, les données de la réponse portées par la vitesse de conduite vers le point d'intérêt, ne doivent être envoyées qu'au demandeur

correspondant. Par conséquent, les données de la réponse sont unidiffusées vers le VC demandeur, relayées par des VC intermédiaires, se déplaçant entre les véhicules source et destination.

Dans un autre scénario, lorsqu'un occupant d'un VC souhaite accéder à un support médiatique spécifique mais que le VC ne dispose pas d'une connexion Internet, les capacités de communication et de relayage de données entre les véhicules et entre les véhicules et les infrastructures peuvent être utilisées pour obtenir ces renseignements. Le VC peut transmettre une demande à l'unité en bordure de route la plus proche, qui peut télécharger le contenu médiatique demandé et le retransmettre au VC demandeur par le biais de VC intermédiaires.

L'unidiffusion consiste à envoyer des données vers une seule destination spécifique.



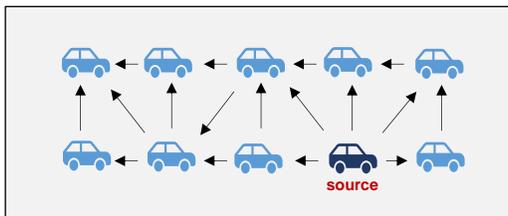


3. La diffusion de renseignements:

La *diffusion de renseignements* consiste à répandre des renseignements dans le secteur environnant. L'information peut dépasser les limites de la portée de communication directe du véhicule qui diffuse grâce aux capacités de communication et de relais de données des véhicules qui l'entourent.

Un VC peut suivre ce parcours de communication lorsqu'il détecte un événement critique sur la route et décide de le partager avec tous les véhicules environnants. Par exemple, lorsqu'un VC, à l'aide de ses capteurs intégrés, détecte un nid-de-poule qui peut causer de graves dommages aux véhicules qui passent, le VC qui effectue la détection peut partager des renseignements sur l'emplacement et la gravité de ce nid-de-poule avec tous les véhicules dans la zone environnante pour éviter des rencontres ultérieures avec lui.

La diffusion de renseignements consiste à répandre des renseignements dans le secteur environnant.



En plus de partager les données routières, les capacités de relayage des données des VC peuvent être utilisées à d'autres fins telles qu'à des fins **commerciales**. Par exemple, les VC peuvent être utilisés pour relayer et diffuser des publicités ou des offres de magasins ou de restaurants tout en étant en déplacement. Cette activité peut devenir une source de récompenses pécuniaires pour les propriétaires de véhicules participants par les services annoncés.

Les capacités de relayage de données des VC peuvent également représenter un atout en cas d'**urgence** ou de **catastrophe naturelle** lorsque d'autres infrastructures de communication sont en panne en raison de leur dépendance vis-à-vis des câbles de communication. Dans de tels cas, la diffusion d'information par les véhicules peut être utilisée pour transmettre des données cruciales aux autorités chargées de la gestion des crises et pour guider les véhicules et le personnel d'urgence vers les meilleures routes disponibles.



LES RELAYEURS DE DONNÉES

Les VC sont munis de capacités informatiques grâce à leurs unités intégrées. Les unités intégrées dans les véhicules sont généralement dotées d'une grande capacité de stockage et de traitement des données, certaines unités étant conçues pour être plus puissantes que des ordinateurs personnels. En matière de capacités de stockage, certaines unités peuvent avoir des **téraoctets de stockage disponible pour les données.**

Dotés de vastes ressources de stockage de données, les VC peuvent fonctionner comme des relayeurs de données qui déplacent les données d'un point à un autre. Cela peut s'avérer utile lorsqu'il est très coûteux de transférer de gros volumes de données sur un réseau de communication ou lorsque les liens de

communication entre deux points ne peuvent pas être établis. Dans de tels cas, le point A (le transmetteur) peut directement charger un VC avec les données à déplacer et télécharger vers le point B (le destinataire). Un exemple d'un tel paradigme de transfert de données est l'utilisation des VC pour transférer des données vers des zones rurales sans accès ou avec un accès limité à la connectivité à large bande. Le relayage de données par véhicule peut également être utilisé dans des environnements difficiles et/ou de crise où les réseaux de communication ne peuvent pas être étendus. Dans ce type d'environnements, les VC sans conducteur peuvent être utilisés pour la transmission des données.

Une autre façon d'utiliser les VC comme relayeurs de données consiste à laisser les VC stocker les données qu'ils recueillent en cours de route, qu'elles soient générées par leurs capteurs intégrés ou acquises à partir d'autres véhicules ou infrastructures. Ces données peuvent être conservées par les VC qui les stockent tant qu'une période raisonnable pour leur expiration n'a pas été atteinte. Lorsqu'elles sont transportées par des VC, ces données peuvent être diffusées par leurs propriétaires et récoltées par des entités intéressées, tout



en tenant compte des pratiques appropriées en matière de confidentialité des données, de masquage d'identité et de cybersécurité. Par exemple, les VC peuvent, en cours de route, détecter les anomalies routières et stocker des données pertinentes qui seront communiquées ultérieurement aux autorités intéressées. Les VC peuvent également stocker des informations sur les accidents de la route qu'ils croisent. Ces renseignements peuvent être recueillis plus tard à la demande des services de police ou d'agents d'assurance, par exemple, après avoir reçu le consentement des parties en cause.



L'INFONUAGIQUE DES VÉHICULES

Comme nous l'avons souligné dans la section précédente, les VC sont dotés d'une grande capacité de stockage et de traitement par l'intermédiaire de leurs unités intégrées. Les chercheurs se sont rendu compte que ces capacités informatiques dépassent les besoins des applications automobiles de base et sont susceptibles d'être sous-utilisées. Cette affirmation, étayée par la disponibilité des capacités de communication dans les VC,

était une motivation pour **amener ces véhicules vers l'infonuagique**⁸; en d'autres mots, le fait d'avoir une abondance de ressources informatiques inexploitées dans les VC a mené à utiliser ces véhicules pour l'infonuagique et à inventer le concept *d'infonuagique des véhicules*. Les ressources informatiques des VC, tant pour le stockage que pour le traitement, sur la route ou dans des stationnements, peuvent être **louées** aux utilisateurs qui en ont besoin, de la même manière que l'infonuagique classique est offerte et utilisée. Grâce à la collaboration entre plusieurs VC, leurs ressources informatiques peuvent être combinées

⁸ Olariu, S., Eltoweissy, M., Younis, M. (2011). Towards autonomous vehicular clouds. Obtenu sur <https://bit.ly/2Rz7Sc1>



pour former un gigantesque centre d'informatique sur roues.

L'infonuagique des véhicules est un bassin de ressources informatiques intégrées aux véhicules, offertes de façon dynamique et sur demande par des véhicules connectés à des tiers utilisateurs qui en ont besoin.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, l'infonuagique des véhicules présente des similitudes avec le paradigme de l'infonuagique classique, principalement grâce au concept de location de ressources informatiques inutilisées à la demande à des utilisateurs qui en ont besoin par le biais de modèles commerciaux et tarifaires. Cependant, l'infonuagique des véhicules, ceux-ci étant mobiles, offre des avantages uniques comparativement à l'infonuagique fixe conventionnelle. Facilitée par la grande portée des véhicules, l'infonuagique des véhicules permet à l'informatique sur roues d'avoir une grande étendue⁹, qui n'est pas limitée à des emplacements fixes pour son déploiement. L'infonuagique des véhicules peut également être utilisé dans des

environnements où la connectivité Internet est restreinte ou non disponible, comparativement à l'infonuagique conventionnelle qui dépend principalement de l'accès Internet.

Les chercheurs ont souligné que l'infonuagique des véhicules peut offrir différents types de services^{8,10}. Le *traitement en tant que service* (PRaaS), le *stockage en tant que service* (STaaS), le *réseau en tant que service* (NaaS) et *l'information en tant que service* (INaaS) sont les catégories principales de ces types de services. Pour le **PRaaS**, l'infonuagique des véhicules permet d'offrir les ressources de traitement intégrées à des utilisateurs à distance, soit pour accéder à des logiciels préinstallés sur l'unité intégrée ou soit pour faire migrer une machine virtuelle à être exécutée sur des plateformes du véhicule (c.-à-d. déplacer temporairement une plateforme logicielle externe pour qu'elle fonctionne sur l'unité intégrée d'un VC disponible).

Pour le **STaaS**, les ressources de stockage des VC peuvent être combinées pour former un centre de données dynamique

⁹ Abdelhamid, S., Benkoczi, R., Hassanein, H. S. (2016). Vehicular Clouds - Ubiquitous Computing on Wheels. In Emergent Computation. New York, NY: Springer. Obtenu sur https://www.researchgate.net/publication/312003991_Vehicular_Clouds_Ubiquitous_Computing_on_Wheels

¹⁰ Whaiduzzaman, M., Sookhak, M., Gani, A., Buyya, R. (2014). A survey on vehicular cloud computing. Obtenu sur <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804513001793>

avec des services de stockage sur demande à des utilisateurs à distance, comme pour l'infonuagique conventionnelle. Compte tenu de la mobilité des véhicules, les VC offre l'avantage unique de pouvoir être utilisés comme STaaS, en tant que relayeurs qui déplacent des données, tel que présenté dans la section précédente.

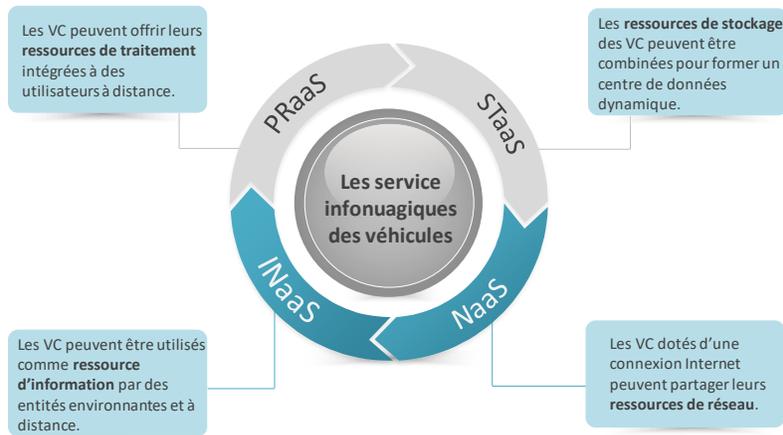
En tant que caractéristique unique de l'infonuagique des véhicules comparativement à l'infonuagique conventionnelle, les VC équipés d'une connexion Internet peuvent partager leurs ressources de réseau. Ces VC peuvent être utilisés en tant que points d'accès mobiles en fournissant le service **NaaS** à des tierces parties environnantes qui ont besoin d'un accès Internet.

Enfin, un VC peut être utilisé en tant que source de renseignements en fournissant des services **INaaS** à des

entités environnantes et à distance. Cette catégorie de services est rendue possible par l'afflux de données et de renseignements que les VC recueillent à partir de leurs capteurs intégrés, d'autres véhicules ou d'unités en bordure de route, et/ou par l'accès à Internet.

De nombreuses applications visionnaires de l'infonuagique des véhicules ont été suggérées par les chercheurs⁷. Un exemple populaire est l'utilisation des ressources de stockage des **VC stationnées dans un aéroport comme centre de données géant**¹¹. L'argument à l'appui de cette application est que ces VC sont laissés inactifs pendant des jours, voire des

mois. Au lieu de gaspiller ces ressources stationnées, des recommandations ont été faites pour les offrir dynamiquement à des utilisateurs à distance sous forme de service



¹¹ Arif, S., Olariu, S., Wang, J., Yan, G., Yang, W., Khalil, I. (2012). Datacenter at the airport: Reasoning about time-dependent parking lot occupancy. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems. Obtenu sur <https://ieeexplore.ieee.org/document/6143927>



STaaS sur demande. Les ressources de stockage de ces véhicules peuvent être attribués à des demandeurs en fonction des horaires de voyage et du consentement à l'accès des propriétaires de VC. Pour permettre cet accès et cette utilisation, les véhicules stationnés doivent être branchés sur une alimentation électrique et équipés d'une connexion Ethernet qui peut être offerte par l'aéroport moyennant des frais. En se basant sur le même argument concernant les ressources inutilisées des véhicules stationnés, une autre application suggérée est l'utilisation **participative de ressources informatiques par une entreprise** qui utiliserait les VC stationnés de ses employés. Au lieu de d'utiliser des installations informatiques en sous-traitance ou d'acheter des ordinateurs, les entreprises peuvent accéder à distance aux ordinateurs des VC dans leurs espaces de stationnement, sous réserve du consentement des propriétaires de véhicules. Les employés qui possèdent ces véhicules peuvent être payés pour les ressources auxquelles les entreprises accèdent, ce qui leur permet de faire des profits au lieu de laisser leur véhicule inutilisé dans l'espace de stationnement.

Les VC en déplacement ont également été largement considéré pour les possibilités d'utilisation de l'infonuagique des véhicules. Une application populaire qui a été suggérée consiste à utiliser les ressources informatiques des VC pour adopter une **gestion dynamique de la circulation**. Pour cette utilisation, les VC aux intersections peuvent être utilisés pour recueillir des données sur le nombre de véhicules en attente à chaque segment de route relié à l'intersection. Un véhicule de coordination peut être choisi pour ses capacités infonuagiques en plus des véhicules qui recueillent des données chiffrées afin de générer et transmettre un horaire approprié pour les feux de circulation des intersections en fonction des données recueillies. Un autre exemple est l'utilisation des VC comme **laboratoires mobiles** dans les zones où il n'est pas possible d'obtenir des installations fixes ou accessibles par Internet. Cette possibilité d'utilisation met en évidence un avantage de l'infonuagique des véhicules par rapport à l'infonuagique conventionnelle.

LA LOCALISATION

La localisation fait référence à la capacité de déterminer l'emplacement d'un objet. Grâce aux technologies de navigation, de positionnement et de communication dont disposent les VC, ils sont considérés comme des outils essentiels pour la localisation d'objets dont les renseignements sur l'emplacement sont manquants et pour la localisation d'objets perdus sur les routes.

Parfois, les systèmes de navigation par satellite ne parviennent pas à localiser avec précision les véhicules, en particulier dans les villes où la hauteur des immeubles nuit à une communication claire avec le



satellite qui fournit les informations nécessaires. Pour **améliorer la précision des systèmes de navigation** dans ces environnements, les VC peuvent dépendre de l'échange de données entre eux et utiliser la force et la direction des signaux reçus pour appliquer des techniques mathématiques de localisation afin de déterminer avec précision leur emplacement¹².

L'une des principales utilisations des VC à cet égard est de les utiliser pour **localiser les nœuds de**

¹² Circuit Cellar. (2014). Triangulation, Trilateration, or Multilateration? Obtenu sur

<http://circuitcellar.com/ee-tips/triangulation-trilateration-or-multilateration-ee-tip-125/>



capteurs¹³. Dans les environnements difficiles, auxquels les humains ne peuvent pas accéder en toute sécurité, les nœuds de capteurs nécessaires à la surveillance dans ces environnements sont généralement déployés en les larguant d'un hélicoptère. Puisque ces nœuds de capteurs sont déployés à distance, il est difficile de prédire leur emplacement au sol. Cependant, lorsque des données sont rapportées par ces capteurs, elles doivent être géolocalisées selon l'emplacement exact d'où elles sont générées (c.-à-d. l'emplacement du nœud du capteur générateur) pour pouvoir prendre des mesures de façon éclairée. Une des solutions efficaces proposées pour résoudre ce dilemme est d'utiliser les **VC comme ancres mobiles** en partageant continuellement leur emplacement tout en se déplaçant près de la zone où il y a des nœuds de capteurs à localiser. Après avoir reçu les données de localisation des véhicules environnants à différents moments, les nœuds de capteurs récepteurs peuvent utiliser ces données pour déterminer leur propre emplacement en appliquant des techniques

mathématiques de localisation. Une autre possibilité d'utilisation potentielle de la capacité de localisation des VC est leur utilisation pour **localiser des véhicules volés**. Pendant que les VC se déplacent, ils scannent leur environnement. À l'aide de leur caméra intégrée, ils peuvent détecter le numéro de plaque d'immatriculation des véhicules qu'ils rencontrent et stocker ces renseignements en identifiant l'emplacement et l'heure de la rencontre. Chaque fois qu'un véhicule est volé, les agents de police peuvent commencer à recueillir ces renseignements à partir des VC et les utiliser pour localiser et suivre le ou les véhicules volés.

¹³ Ibrahim, W. M., Abu Ali, N. A., Taha, A. M., Hassanein, H. S., (2014). Side localization to increase localization accuracy. Obtenu sur

http://www.queenstrl.ca/uploads/4/6/3/1/4631596/2014_side_localization_to_increase_localization_accuracy.pdf



LE COMMERCE ÉLECTRONIQUE

L'une des nouvelles possibilités d'utilisation des VC est leur utilisation dans le commerce électronique. Puisque les gens passent beaucoup de temps dans leur véhicule, les VC ont suscité l'intérêt des détaillants à offrir une expérience de commerce électronique à l'intérieur du compartiment du véhicule. **Motivés par l'intérêt du marché et par les profits qui peuvent être**

réalisés grâce au commerce électronique dans les véhicules, plusieurs FEO s'efforcent d'offrir des applications de commerce électronique et des services de paiement électronique dans leurs véhicules. En 2016, Volkswagen Financial Services AG a acquis PayByPhone, une société de paiement de stationnement basée à Vancouver, dans le but de devenir un chef de file mondial du paiement de stationnement mobile¹⁴. En 2017, Daimler Financial Services a acquis PayCash Europe dans le but d'introduire le service Mercedes Pay¹⁵. En 2017, General Motors (GM) a annoncé le lancement de la plateforme GM Marketplace qui permet aux

¹⁴ Brach, B. (2016). Vancouver-based PayByPhone app acquired by German auto giant. **Obtenu sur** <https://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/vancouver-based-paybyphone-app-acquired-by-german-auto-giant-1.3914358>

¹⁵ Otto F., (2017). ePayment investment: Daimler Financial Services acquires PayCash Europe SA. **Obtenu sur** <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/ePayment-investment-Daimler-Financial-Services-acquires-PayCash-Europe-SA.xhtml?oid=15310294>



occupants des véhicules de commander de la nourriture et des boissons sur la route et de faire des réservations de restaurant¹⁶. En 2018, Chevrolet s'est associé à Shell pour offrir la possibilité de payer les achats de carburant Shell par le biais de l'application Marketplace intégrée¹⁷.

Conscientes de l'engouement pour le commerce électronique dans les véhicules, les sociétés mondiales de services financiers ont également cherché activement à établir des partenariats avec des développeurs de technologies automobiles. Par exemple, en 2018, **Mastercard** a annoncé un partenariat avec SAP axé sur sa plateforme Connected Vehicles Network et visant à offrir aux consommateurs la possibilité d'effectuer des paiements à partir de leur véhicule pour le stationnement, le carburant et la commande de nourriture¹⁸. Au cours des dernières années, **Visa** a également établi des collaborations actives avec des FEO et des fournisseurs de plateformes automobiles pour intégrer le paiement électronique dans les véhicules. Par

exemple, depuis 2016, Visa collabore avec Honda pour construire et améliorer l'expérience de paiement à bord des véhicules Honda¹⁹.

La disponibilité des capacités de paiement électronique intégrées aux véhicules rend possible un large éventail

d'applications pour les

consommateurs. En plus des capacités de paiement électronique pour le stationnement, le carburant et la nourriture mentionnées précédemment, la connectivité et les achats en ligne peuvent permettre aux détaillants offrant des options de magasinage électronique d'être présents dans le compartiment du véhicule. En accédant à l'emplacement du véhicule et aux préférences d'achat de l'occupant ou des occupants, les applications de commerce électronique intégrées peuvent afficher de façon proactive les articles d'intérêt à acheter lors des déplacements. Les commandes peuvent être effectuées dans le véhicule et les articles peuvent être ramassés en cours

¹⁶ General Motors Co. (2017). GM lets customers order their morning coffee with their car. Obtenu sur <https://media.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2017/dec/1205-marketplace.html>

¹⁷ Chevrolet Press. (2018). Chevy and Shell deliver fuel payment from the comfort of the driver's seat. Obtenu sur

<https://media.chevrolet.com/media/us/en/chevrolet/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2018/apr/0418-shell.html>

¹⁸ Wyper S., (2018). Powering payments from the driver's seat. Obtenu sur <https://newsroom.mastercard.com/2018/02/27/powering-payments-from-the-drivers-seat/>

¹⁹ Visa. Road ahead: Connected cars coming to a lot near you. Obtenu sur <https://usa.visa.com/visa-everywhere/innovation/connected-car.html>



de route ou expédiés automatiquement à une adresse enregistrée.

Pour permettre ces **flots d'achats personnalisés**, la confidentialité des données doit être strictement prise en compte, en communiquant quelles données sont collectées à leurs propriétaires, pour les en informer et qu'ils donnent d'abord leur consentement de façon numérique.

La capacité de paiement à bord des véhicules peut également être utilisée pour acheter des mises à jour de logiciels et de micrologiciels en ligne, offertes par les FEO et les fabricants d'équipement, afin d'améliorer l'expérience de conduite et d'offrir plus de commodité aux occupants d'un véhicule.

Pour des raisons de sécurité, l'utilisation des applications de commerce électronique intégrées est permise aux conducteurs de VC par le biais de **l'assistance vocale**, tandis que les options à l'écran peuvent être fournies aux occupants non conducteurs. Une étude de Juniper Research²⁰ prévoit que plus de 370 millions

d'assistants vocaux numériques intégrés seront accessibles d'ici 2023. L'étude prévoit également que les dépenses totales sur les plateformes de commerce électronique des VC atteindront 265 milliards de dollars d'ici 2023.

²⁰ Juniper Research. (2018). Connected cars: How 5G, connected commerce & blockchain will disrupt the ecosystem. Obtenu sur

<https://www.juniperresearch.com/document-library/white-papers/connected-cars-how-5g-connected-commerce>



CONTRIBUTIONS DE L'ONTARIO

WESTERN UNIVERSITY

Département des sciences informatiques
Ivey Business School

Les chercheurs de l'Université Western collaborent avec des chercheurs du monde entier pour travailler sur des sujets tels que la localisation d'objets à l'aide de véhicules stationnés, la diffusion de messages d'urgence et les laboratoires intégrés aux véhicules.

Liens: <http://www.csd.uwo.ca/faculty/bauer/>

<https://www.ivey.uwo.ca/faculty/directory/joe-naoum-sawaya/>

QUEEN'S UNIVERSITY

École d'informatique

Les chercheurs du Laboratoire de recherche sur les télécommunications ont introduit le concept de véhicule en tant que ressource (VaarR), en décrivant les divers services d'information qu'un véhicule connecté peut fournir sur la route ou dans les aires de stationnement.

Le groupe de recherche a également été actif dans des domaines de recherche pertinents, notamment l'affectation des ressources dans l'infonuagique des véhicules, les modèles de recrutement pour la détection publique des véhicules et la mise en cache des données dans les réseaux de véhicules.

Lien: <http://www.queenstrl.ca/>

UNIVERSITÉ DE WATERLOO

Département de génie électrique et informatique

Les chercheurs du Broadband Communications Research Lab et du Waterloo Centre for Automotive Research travaillent à diverses activités de recherche qui utilisent des véhicules connectés pour une vaste gamme de services, y compris l'utilisation de véhicules pour la gestion des catastrophes, la livraison de données pour les réseaux intelligents et l'infonuagique des véhicules.

Liens: <https://uwaterloo.ca/broadband-communications-research-lab/>

<https://uwaterloo.ca/centre-automotive-research/>

UNIVERSITÉ D'OTTAWA

École de génie électrique et informatique

Des chercheurs de l'Université d'Ottawa ont activement proposé des solutions pour améliorer la performance du relayage de données et de la planification des trajets des véhicules connectés et de la détection participative des véhicules.

Lien: <http://www.nsercdiva.com/>

CONCLUSIONS

Dans le présent rapport, nous avons présenté diverses utilisations des VC, au-delà de leur utilisation de base, pour la sécurité et la commodité des transports. Premièrement, l'utilisation des VC pour la détection mobile/publique/participative a été définie, en soulignant comment les capteurs intégrés, la connectivité et la grande étendue de la disponibilité peuvent être utilisés pour fournir des services basés sur la détection dans l'environnement. Deuxièmement, les avantages que les VC peuvent offrir lorsqu'ils sont utilisés comme point de relais et relayeurs de données ont été définis en mettant l'accent sur certaines possibilités d'utilisation intéressantes, soit la diffusion d'information, les objectifs commerciaux et les réponses lors de situations d'urgence.

Compte tenu de la grande capacité des ressources de traitement et de stockage dans les VC, le paradigme émergent de l'infonuagique des véhicules a fait l'objet d'une réflexion qui mettait en lumière les différences avec le paradigme de l'infonuagique conventionnelle et les divers domaines de services qui peuvent être offerts par un paradigme aussi prometteur. De plus, l'utilisation des fonctions de navigation et de positionnement des VC pour localiser d'autres objets a été abordée. Nous avons également fait la lumière sur le paradigme émergent du commerce électronique à bord des véhicules en présentant certains des efforts continus, déployés par les FEO et les sociétés de services financiers, pour doter les VC de capacités de paiement électronique et d'achat en ligne. Afin d'être en mesure d'adopter avec succès ces importantes possibilités d'utilisation des VC, il faut tenir compte de certaines considérations opérationnelles et de développement^{21,22}. Tout d'abord, le partage des ressources des VC met au premier plan les questions de la protection de la **confidentialité** des données et

²¹ Abdelhamid, S., Hassanein, H. S., Takahara, G. (2015). Vehicle as a Resource (VaaR). Obtenu sur [http://www.queenstrl.ca/uploads/4/6/3/1/4631596/2015_vehicle_as_a_resource_\(vaa_r\).pdf](http://www.queenstrl.ca/uploads/4/6/3/1/4631596/2015_vehicle_as_a_resource_(vaa_r).pdf)

²² Autonomous Vehicle Innovation Network. (2019). Data in the Context of CAVs - Challenges and Recommendations. Obtenu sur <https://bit.ly/2ZHKUar>



la **cybersécurité**. Des pratiques strictes en matière de respect de la vie privée et de la cybersécurité dès la conception doivent être adoptées et maintenues tout au long du cycle de vie du système des VC afin de protéger les données des propriétaires de VC qui offrent leurs ressources intégrées à des tiers.

L'utilisation des VC comme sources d'information nécessite la prise en compte de la **qualité des renseignements**. Chaque fois que des renseignements sont recueillis à partir d'un VC, il faut d'abord les évaluer et les valider avant de les utiliser pour prendre des décisions éclairées et/ou les partager avec le public.

La **disponibilité dynamique** des véhicules est une autre préoccupation à prendre en compte lors de l'accès aux ressources des VC. Les véhicules impliqués dans une campagne de détection mobile ou dans l'infonuagique des véhicules peuvent quitter la zone d'intérêt avant d'avoir complété la tâche assignée. Par conséquent, la disponibilité des véhicules dans l'espace et le temps devrait être prise en compte avant que ne leur soit

attribuées des tâches. La migration de tâches d'un VC à un autre est une option pour faire face à un tel défi.

Afin d'inciter les propriétaires de VC à utiliser leurs véhicules pour les différentes possibilités d'utilisation mis en évidence dans le présent rapport, des **mesures incitatives** devraient être garanties en contrepartie. Ces mesures incitatives peuvent prendre différentes formes, notamment l'octroi de services gratuits, de paiements, de coupons de stationnement et/ou de transport express.

Au fur et à mesure que les technologies des VC évolueront, les possibilités d'utilisation de ces technologies seront de mieux en mieux exploitées et de nouvelles portées de services et d'applications verront le jour, améliorant l'efficacité, la commodité et la qualité de l'expérience, non seulement pour les occupants des véhicules, mais également pour des utilisateurs finaux à distance.

VOICI L'ÉQUIPE DU RIVA



Raed Kadri

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



Sherin Abdelhamid

Conseiller Technique, Automobile et Mobilité
 (416) 861 1092 poste 1097
 sherin.abdelhamid@oce-ontario.org



Mona Eghanian

Gestionnaire principale, automobile et mobilité
 (416) 861 1092, poste 9-1076
 mona.eghanian@oce-ontario.org



Daniel Graham

Gestionnaire, Portefeuille automobile et 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 9-3236
 martin.lord@oce-ontario.org



Dan Ruby

Gestionnaire en développement commercial et commercialisation
 (866) 759 6014, poste 9-3249
 dan.ruby@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



À PROPOS DU RIVA

L'initiative du **Réseau d'innovation pour les véhicules automatisés (RIVA)** est financée par le gouvernement de l'Ontario pour appuyer l'avantage concurrentiel de l'Ontario dans le secteur de l'automobile et renforcer sa position de chef de file nord-américain dans les technologies de pointe de l'automobile et de la mobilité, y compris les systèmes de transport et d'infrastructure.

Cette initiative mise sur le potentiel économique des technologies de véhicules connectés et autonomes (VAC) en appuyant la commercialisation de solutions de pointe conçues en Ontario qui créent des emplois, stimulent la croissance économique et améliorent la compétitivité sur le plan mondial. Le RIVA permet également d'aider les systèmes et l'infrastructure de transport de l'Ontario à s'adapter à ces nouvelles technologies.

PRIORITÉS

Les programmes du RIVA sont axés sur le soutien au développement et à la démonstration de technologies VAC dans les véhicules légers (p. ex., les voitures, les camions et les fourgonnettes), les véhicules lourds (véhicules commerciaux, camions, autobus et VR), les infrastructures de transport, les systèmes de transport intelligents (STI) et les systèmes de soutien du transport en commun.

RIVA est administré au nom du gouvernement de l'Ontario par les Centres d'excellence de l'Ontario (CEO). L'initiative comprend cinq programmes distincts et un bureau central. Les programmes du RIVA sont:

- le fonds des partenariats pour la recherche et le développement des VA
- WinterTech
- la zone pilote
- les sites régionaux de développement technologique
- le développement des talents

Le bureau central du RIVA est constitué d'une équipe dévouée qui soutient la prestation et l'administration des programmes RIVA et qui remplit les fonctions essentielles suivantes:

- Connecter et coordonner - un point central pour aider à coordonner les activités entre l'industrie, le secteur de l'enseignement, les organismes de recherche et les gouvernements, en plus de mettre en contact les partenaires intéressés et les membres du public;
- La détermination des possibilités – la transmission des connaissances, la recherche, les données et les renseignements, l'analyse des tendances, et faire le pont entre la technologie et les politiques ; et
- La sensibilisation et l'éducation - promouvoir les programmes du RIVA et le projet pilote de l'Ontario de mise à l'essai des VA et sensibiliser les gens de la communauté croissante des VAC 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.



Nous souhaitons remercier le Gouvernement de l'Ontario pour son appui des programmes et des activités du RIVA.

Nous souhaitons également remercier les organismes partenaires qui travaillent avec les CEO à la prestation des programmes du RIVA, y compris les sites régionaux de développement technologique et la zone pilote.
