LES ENJEUX ET IMPACTS LIÉS À LA MISE EN PLACE D'UN TRANSPORT ÉLECTRIQUE AUTONOME AU QUÉBEC

Soumaya Cherkaoui (U de Sherbrooke)
Nathalie Drouin (KHEOPS)
Jean-François Bruneau (IVADO)
Amaury Philippe (École Polytechnique)

31 Mai 2019

KHEOPS

TABLE DES MATIÈRES

I) UN POINT SUR L'ÉVOLUTION DES VÉHICULES AUTONOMES

A) Présentation de l'état actuel
B) Évolutions à venir

II) LES ENJEUX DU TRANSPORT ÉLECTRIQUE AUTONOME

A) Les enjeux sociaux
Acceptation et acceptabilité
Sécurité routière
Sécurité des données
Éthique

B) Les enjeux de transition
Infrastructures à mettre en place
Cohabitation
Légalisation

TABLE DES MATIÈRES

III) LES IMPACTS DU TRANSPORT ÉLECTRIQUE AUTONOME

A) Évolution de la mobilité
- Nouvelle mobilité
- Développement du partage
- Interactions avec le transport public

B) Réaménagement du territoire
- Démographie et évolution spatiale des villes
- Réorganisation des stationnements

C) Portée économique
- Coûts pour les individus
- Coûts liés aux gouvernements
- Impacts sur le marché du travail

D) Empreinte environnementale
- Conséquences sur les émissions
- Le cas des véhicules électriques

IV) CONCLUSION

V) PROCHAINES ÉTAPES

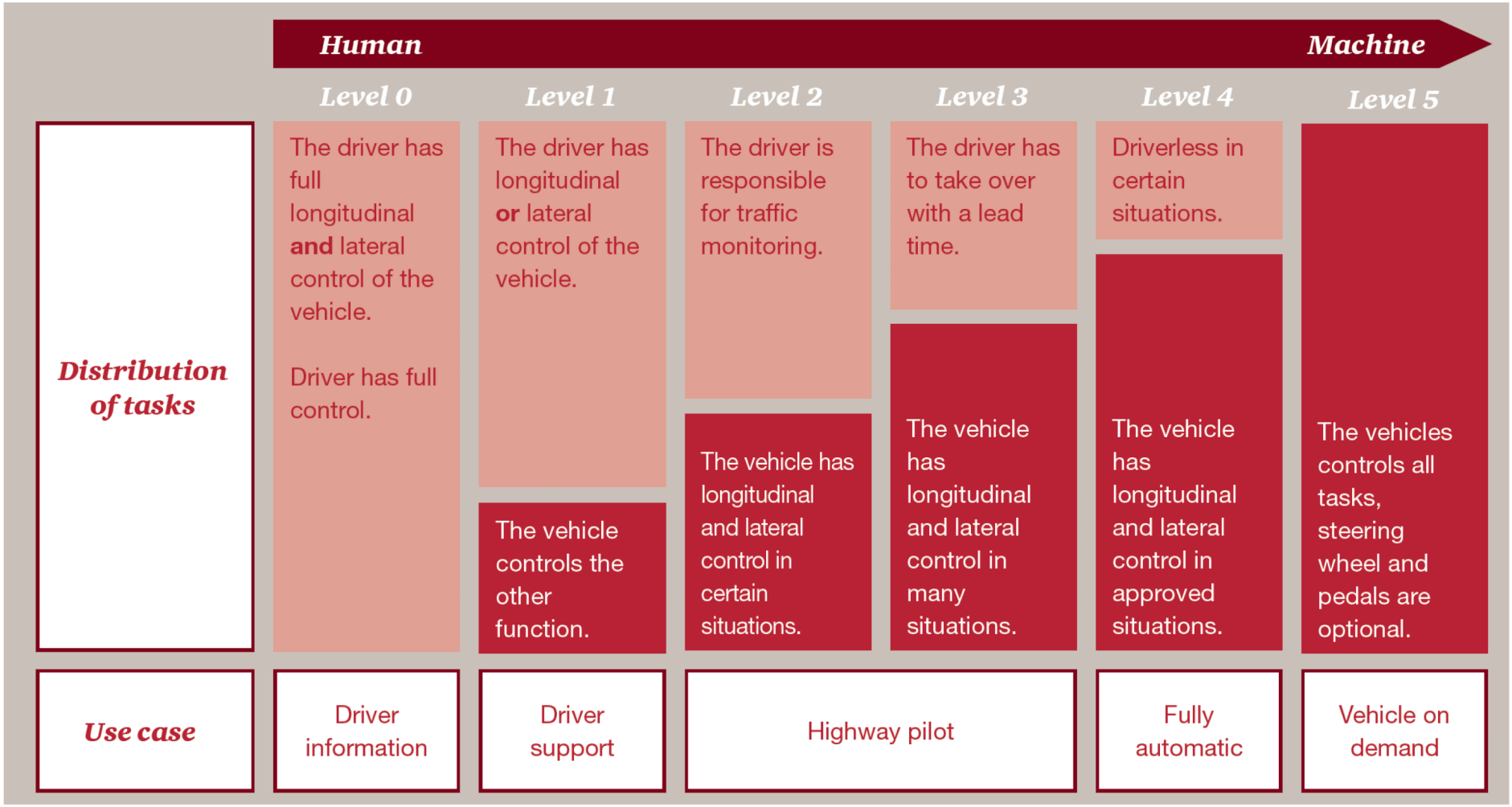
VI) RÉFÉRENCES

UN POINT SUR L'ÉVOLUTION DES VÉHICULES AUTONOMES

Présentation de l'état actuel
Évolutions à venir

KHEOPS Consortium international de recherche sur la gouvernance des grands projets d'infrastructure

PRÉSENTATION DE L'ÉTAT ACTUEL



Classification internationale SAE des niveaux d'automatisation [16]

PRÉSENTATION DE L'ÉTAT ACTUEL

- Seulement SAE-3 (de niveau 3) disponibles au public actuellement (Audi, Tesla, …) [1] , avec un conducteur qui supervise
- Niveaux SAE-4 bientôt disponibles [27] [41]
- Google, Apple et Uber développent des véhicules complètement autonomes (SAE-5), qui devraient être prêts dans la décennie 2020. [9] [13]

Majorité des recherches sur les **développements technologiques**.

Mais **beaucoup d'autres enjeux à régler** avant l'intégration au marché, prévue autour des années 2030, 2040 voire 2050. [9] [81]

AU CANADA ET AU QUÉBEC

Au Canada :

- *Ontario* : essais avec des véhicules sans conducteurs en cohabitation avec les véhicules classiques [67]
- *Québec, Alberta, Colombie-Britannique* : navettes autonomes mises en place [67]

Au Québec :

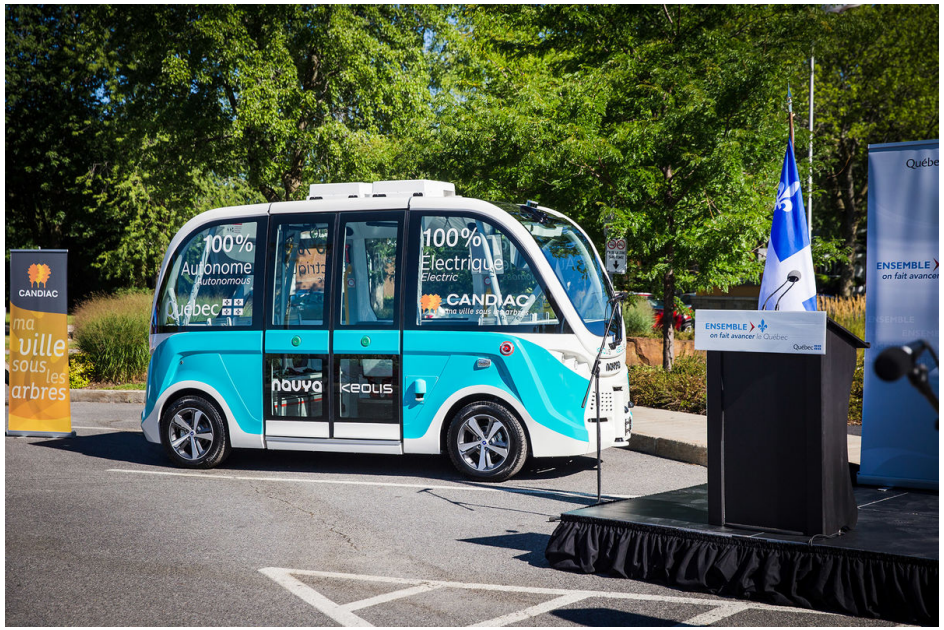
Navette NAVYA à Candiac

- Minibus sans chauffeur

- Tracé de deux kilomètres, avec plusieurs arrêts [68] [69]

- Premier projet de démonstration longue durée de navette 100% autonome sur voie publique en sol canadien » [69]

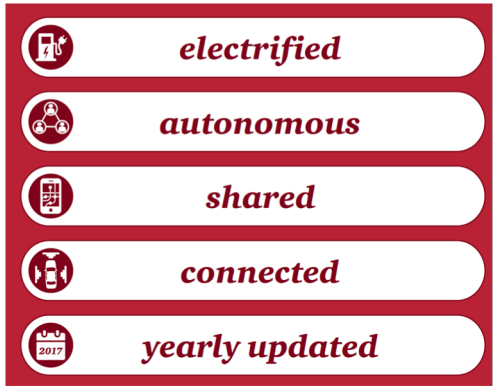
- Tests météorologiques en hiver



Navette autonome électrique NAVYA à Candiac, Québec [82]

ÉVOLUTIONS À VENIR

PwC [16] présente le concept « EASCY » pour décrire le futur de l'industrie automobile. La mobilité sera plus facile et flexible, à la demande.



Concept EASCY [16]

Quelques statistiques **:**

- Plus de **55% des nouveaux véhicules achetés** pourraient être **complètement électriques en 2030**. [16]
- L'**inventaire des véhicules** devrait **baisser de 22% aux Etats-Unis et 28% en Europe d'ici 2030**, mais les véhicules auront une durée de vie plus courte car ils seront plus utilisés et sur de plus longues distances. [16]
- **40% du kilométrage européen** pourraient être couverts par des **véhicules autonomes en 2030** (SAE-3 et SAE-4). [16]

LES ENJEUX DU TRANSPORT ÉLECTRIQUE AUTONOME

KHEOPS Consortium international de recherche sur la gouvernance des grands projets d'infrastructure

LES ENJEUX SOCIAUX

Acceptation et acceptabilité
Sécurité routière
Sécurité des données
Éthique

ACCEPTATION ET ACCEPTABILITÉ

Acceptabilité sociale **=** ensemble des caractéristiques qui font que l'exploitation d'une ressource est jugée comme étant potentiellement acceptable par une communauté. [Office québécois de la langue française]

Acceptation = action d'approuver quelque chose ; autrement dit, manifestation de volonté par laquelle une personne donne son accord à quelque chose. Résultat de cette action.
[Office québécois de la langue française]

Le premier est le caractère de ce qui est acceptable ou non, le second est une fin.
Rôle crucial des deux notions pour la mise en place de véhicules autonomes [25] [51]

CRITÈRE PRINCIPAL = confiance en la machine.
« Laisser sa vie entre les mains d'une machine » est bloquant pour la plupart des gens. [1] [32][40] [41]
Or une étude montre que **seulement 6%** des personnes ayant essayé un véhicule autonome **le trouvent plus sécuritaire qu'un conducteur humain** [51].

FACTEURS D'ACCEPTATION ET ACCEPTABILITÉ

Facteurs d'acceptation		Facteurs d'acceptabilité	
Positifs	**Négatifs**	**Positifs**	**Négatifs**
• Réutilisation temps trajet [22] [27] • Nouvelle accessibilité [6] [34] [51] [54] [77] • Plus forte exposition aux technologies [28] [34]	• Coûts (acquisition, maintenance) [6] [23] [34] [40] [54] [77] • Perte du plaisir de conduire [1] • Perte de contrôle, sécurité [51]	• Plus forte exposition aux technologies [28] [34] • Hausse de la sécurité [7] [9] [33] [43] • Grandes attentes [54] • Régulations claires [43] [49] [54]	• Changements de métiers, tensions sociales (conflit actuel taxis/Uber) [9] [41] • Danger usagers vulnérables [46] [71] [72] • Difficultés pour les conducteurs classiques [29]

D'autres facteurs influents sont l'âge [12] [29], le genre [28] [54], le caractère citadin [28].

SÉCURITÉ ROUTIÈRE

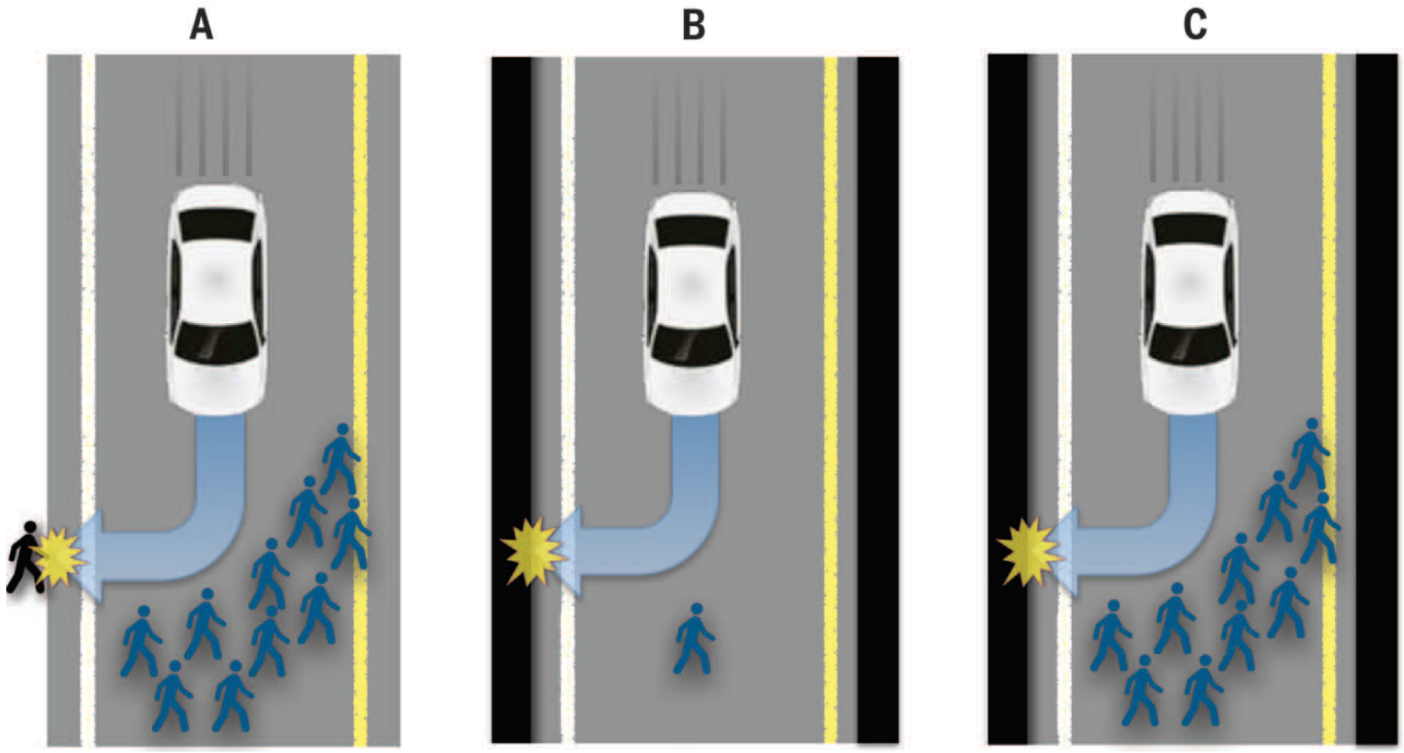
Enjeux	Risques	Solutions
• **Minimiser les accidents** **Environ 90% des accidents de la route proviennent d'erreurs humaines.** Les véhicules autonomes sont censés grandement réduire cela. [7] [9] [33] [43] Même si tout le monde n'est pas n'en est pas non plus convaincu. [58] • **Interactions avec les usagers vulnérables** Les piétons, motocyclistes et surtout cyclistes sont plus difficiles à appréhender pour les véhicules autonomes [71] • **Prise en compte de la météo** Ce qui nous paraît évident comme la détection de verglas ne l'est pas pour un véhicule autonome	• **Excès de confiance en la machine** Les conducteurs pourraient ne plus mettre leur ceinture, les piétons pourraient traverser n'importe où sans regarder. [41] • **Tous les accidents ne sont pas évitables** Environnement réel complexe, hardware (capteurs) et software (algorithmes) ne suffisent pas.	• **Fort taux de pénétration des véhicules SAE-5** • **Gestion coopérative des informations** [1] [41] Communications V2V et V2I, voire V2B avec les bicyclettes [72]

SÉCURITÉ DES DONNÉES

Enjeux	Risques	Solutions
• **Gérer le stockage des données** Véhicules hautement technologiques : il y aura forcément un grand nombre de données sur les comportements des personnes. • **Contrôler le partage des données** Le partage est important pour la sécurité et le bon fonctionnement des véhicules. Mais il doit être contrôlé : il faut déterminer qui aura accès à quelles informations et comment.	• **Atteinte à la confidentialité** La vie privée peut vite être exposée et mise à mal. [14] [32] [38] • **Hacking et terrorisme** Des virus pourraient être injectés, ou les véhicules pourraient être utilisés pour foncer dans les foules. [9]. Mais même si la possibilité de se faire pirater subsiste, le contrôle devrait pouvoir être repris rapidement. [41]	• **Organes de contrôle de sécurité des données** [79]

ÉTHIQUE

Le principal sujet de controverse éthique est la prise de décision du véhicule autonome en cas de **dilemme moral**, c'est-à-dire une situation où on est forcé de choisir entre deux conséquences défavorables. [7]



Exemple de dilemmes moraux [7]

ÉTHIQUE

Enjeux	Contraintes
• **Comment paramétrer les véhicules ?** [43] [79] Les réactions humaines sont acceptées car instinctives. Mais dans le cadre de véhicules autonomes, elles doivent être paramétrées à l'avance. • **Qui en a la légitimité ?** [43] [79] Les gouvernements, les fabricants ? Que faire lorsque les pays sont distincts ? • **Le conducteur peut-il reparamétrer ?** [43] [79]	• **Un individu est lui-même contradictoire** Les individus préfèrent **protéger le plus grand bien** [7], à part s'ils sont eux-mêmes dans le véhicule. Dans ce cas, ils préfèrent se protéger eux-mêmes aux dépens des autres. [9] • **Différences culturelles marquées** Selon les pays, les réponses aux mêmes dilemmes moraux peuvent être très différentes. Au Japon, la majorité des personnes préfèrent sauver une personne âgée à un bébé. Au Canada, c'est l'inverse. [5] [67] • **Étape très limitante pour la légalisation** Aucun véhicule autonome SAE-5 ne pourra être commercialisé avant que ces problématiques ne soient explicitées dans les lois. *Et cela peut prendre beaucoup de temps.*

LES ENJEUX DE TRANSITION

Infrastructures à mettre en place
Cohabitation
Légalisation

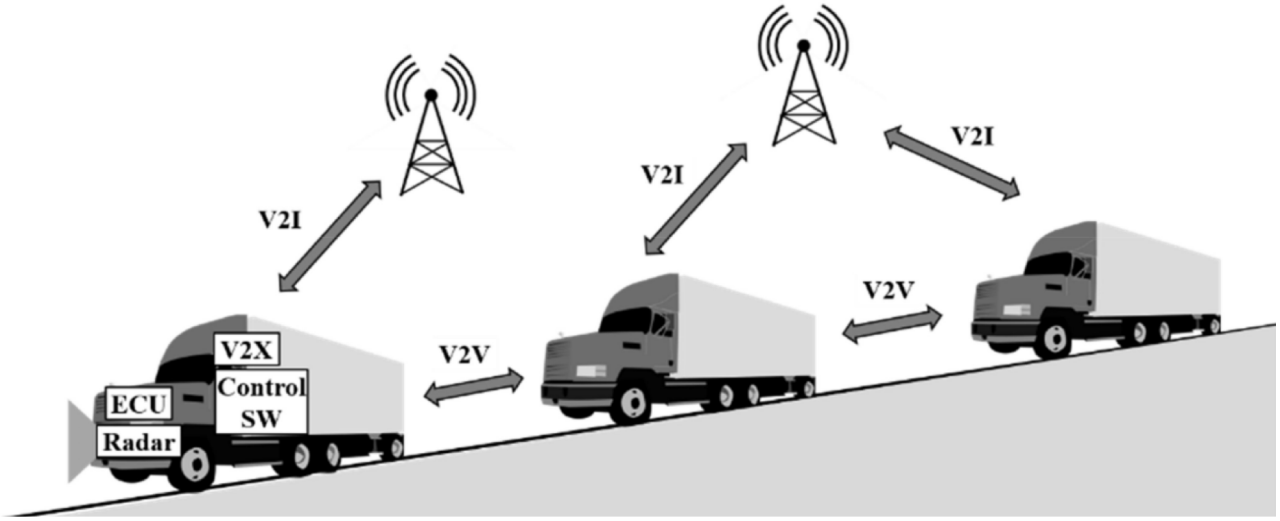
INFRASTRUCTURES À METTRE EN PLACE

Enjeux	Opportunités
• **Gestion des infrastructures de communication** Pour les communications V2V et V2I • **Travail en collaboration avec les administrations étrangères pour la continuité des systèmes de communications** [41] • **Gestion des infrastructures routières** Lignes prioritaires et réservées, pour ne pas gêner la circulation des véhicules classiques. [55] [61] [64] • **Mise à jour des équipements routiers** Feux de signalisation, panneaux, etc… pour faciliter la circulation mixte et la cohabitation [81] • **Mise en place de l'électrification** Bornes de rechargement adaptées, en bonne quantité et aux bons endroits pour fluidifier le trafic [42]	• **Amélioration des réseaux de télécommunications** Deux tendances principales suivies dans le monde : le sans-fil standard 802.11p et les réseaux mobiles, notamment le 5G [41] • **Fluidification de la circulation** • **Transition écologique**

COHABITATION

Enjeux	Risques	Solutions
• **Comment intégrer les véhicules sur les routes** Quels types de véhicules sur quels types de routes, à quelle vitesse augmenter le taux de pénétration • **Gérer la sécurité de la cohabitation avec les véhicules classiques**	• **Sécurité** La sécurité des conducteurs pourrait empirer au début [58] • **Incompréhension des conducteurs pouvant augmenter la congestion** Exemple des véhicules autonomes quittant un *platoon* sur l'autoroute, comportement difficile à prévoir • **Mélange des différents niveaux d'automatisation difficile à contrôler**	• **Stratégies de circulation adaptées au trafic mixte** • **Adaptations de ces stratégies avec l'augmentation progressive du taux des véhicules autonomes** • **Intégration graduelle et contrôlée prônée** Préférable à un changement brutal de flotte [40] [41]

UNE OPPORTUNITÉ DE COHABITATION : *LE PLATOONING*



Concept de platooning [31]

- ***Platooning*** **:** faire rouler plusieurs véhicules en peloton, à grande vitesse, avec de faibles distances de séparation. Communication grâce à des systèmes V2V et V2I. [31]

- Peut s'opérer sur les **autoroutes** (ex. : cortèges de marchandises) et dans les **villes** (ex. : redistribution de véhicules partagés)

=> *Augmentation de la capacité des autoroutes, réduction des temps de trajet, de la consommation et des émissions de gaz à effet de serre.*

LÉGALISATION

Enjeux	Risques	Solutions/ Opportunités
• **Condition sine qua non pour l'apparition de véhicules autonomes** Les aspects légaux vont bien plus retarder l'implémentation que les aspects technologiques. [41] • **Tout est à faire** Les SAE-3 et SAE-4 sont légalisés dans certains pays, mais rien n'est prêt pour les SAE-5. [1] • **Question de responsabilité** - Selon le type de véhicule (voitures, vans, camions, …) - Selon le degré d'automatisation pour définir à quel point le conducteur est responsable en cas d'accident - Pour les SAE-5, le fabricant doit-il être le seul responsable ? Puisque le conducteur n'est pas censé intervenir • **Règlementation des assurances** [41] • **Différents permis de conduire pour chaque niveau d'autonomie**	• **Retardement du déploiement des SAE-5** Si trop de responsabilité légale pour les fabricants [26] [40] [41] • **Incompatibilités des lois entre les provinces** • **Vices de procédure possibles si le cadre légal n'est pas assez précis**	• **Mesures incitatives/ coercitives pour le partage et les réductions d'émissions** • **Taxes** • **Mise en place d'une entité régulatoire indépendante pour encadrer** Elle doit être digne de confiance et réfléchie [40]

LES IMPACTS DU TRANSPORT ÉLECTRIQUE AUTONOME

ÉVOLUTION DE LA MOBILITÉ

Nouvelle mobilité
Développement du partage
Interactions avec le transport public

NOUVELLE MOBILITÉ

Opportunités

- **Mobilité offerte à de toutes nouvelles classes de personnes**

Les personnes âgées, les enfants, les personnes handicapées, aveugles et à mobilité réduite … [1] [3] [9] [23] Or les **personnes âgées** compteront pour a**u moins 30% de la population mondiale en 2050**. [76]

- **Déplacements plus flexibles**

Les véhicules pouvant se déplacer seuls, on peut faire l'aller en voiture et le retour en transport en commun par exemple. [55]

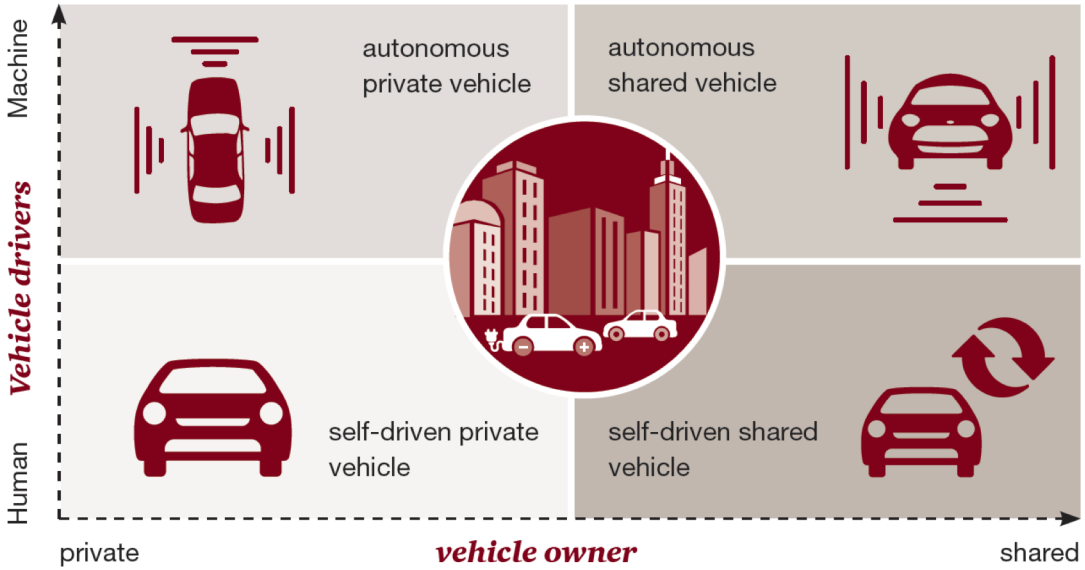
- **Perte du besoin de possession d'un véhicule**

Grâce à la mobilité partagée et à la demande, même si cela peut incommoder ceux attachés à leur automobile, ou ceux qui ne souhaitent pas avoir des interactions avec des inconnus. [9]

- **Accessibilité universelle à la mobilité**

Un véhicule autonome peut aller chercher n'importe qui n'importe où : l'isolation sera révolue.

DÉVELOPPEMENT DU PARTAGE



Collaboration entre l'autonomie et le partage [16]

Actuellement, un véhicule a un **taux d'occupation faible**.
Aux États-Unis, il est d'environ **30% avec 1,7 personne par véhicule** [4].
Or un véhicule autonome connecté pourrait remplacer dix véhicules privés grâce au partage [15].

DÉVELOPPEMENT DU PARTAGE

Intérêt	Risque	Opportunités
• **Réduction du kilométrage total** Les nouvelles accessibilités, la réutilisation du temps de trajet et la possibilité pour les véhicules de se déplacer seuls vont entraîner une hausse du kilométrage [16] [22] [27]., donc des émissions et de la congestion. Le partage permet de fortement contrebalancer.	• **Acceptation de voyager avec des inconnus** La cohabitation avec des inconnus dans un véhicule peut être jugée comme inacceptable par certains du fait de l'obligation de parler. Cependant, les études montrent que cela est surtout vrai en présence d'un seul inconnu, mais s'estompe avec deux inconnus ou plus [9].	• **Applications à différents types de flottes** Pour les véhicules privés, pour les compagnies privées de taxis à véhicules partiellement autonomes, et pour les véhicules complètement autonomes en libre-service • **Adapté aux zones urbaines** Le partage est surtout impactant dans les centres denses et développés [27] [78]. • **Bénéfique à l'échelle du ménage** Réduit le nombre de véhicules par ménage : le même véhicule peut accompagner plusieurs personnes successivement en revenant vide à chaque fois [55]

INTERACTIONS AVEC LE TRANSPORT PUBLIC

Risques	Solution
• **Possible impact néfaste sur le transport public** Surtout dans les zones peu ou moyennement denses [27] [45] • **Effets opposés des automatisations des transport public et privé** Dans les grandes villes, l'automatisation du transport privé pourrait entraîner un départ des personnes vers les banlieues. C'est l'inverse pour celle du transport public. [19]	• **Déploiement des véhicules autonomes doit être fait en harmonie avec le réseau de transport public** Il y a même possibilité de stimuler le transport public, avec des politiques de prix conjointes ou alors des véhicules autonomes utilisés pour le « dernier kilomètre »

RÉAMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Démographie et évolution spatiale des villes
Réorganisation des stationnements

DÉMOGRAPHIE ET ÉVOLUTION SPATIALE DES VILLES

En 2050, 70% de la population mondiale vivra **dans les villes**. [41]

Risques	Opportunités
• **Étalement urbain provoqué** Engendré par la réutilisation possible du temps de trajet (pour du travail, repos, détente, …), et par les prix de l'immobilier moins chers en grande banlieue. [3] [9] [24] [38] [45] [65] [77] • **Augmentation du kilométrage éventuelle** Pourrait amener de la congestion et de la pollution supplémentaires. [16] Mais cette augmentation peut être compensée par le partage des véhicules.	• **Concentration des individus dans les grands pôles urbains attractifs** La combinaison des automatisations du transport public et privé pourrait provoquer un tel exode aux dépens des villes de plus petite taille et des zones rurales. [19] • **Réaménagement du territoire** • **Nouvelles offres et politiques immobilières**

RÉORGANISATION DES STATIONNEMENTS

Risque	Opportunités
• **Réduction des stationnements en centre-ville** Plus nécessaires en centre-ville puisque les véhicules pourront aller se garer seuls en banlieue pour moins cher. Donc pertes de revenus pour les municipalités.	• **Possibilité de réaménagement de ces espaces** Transformation des stationnements par les municipalités : en parcs, habitations, bureaux, commerces, pistes cyclables … [3] [23] [66] • **Nouvelles mobilités urbaines** Plus de mobilité piétonne en centre-ville, développements des bicyclettes et espaces verts pour les citoyens

PORTÉE ÉCONOMIQUE

Coûts pour les individus
Coûts liés aux gouvernements
Impacts sur le marché du travail

COÛTS POUR LES INDIVIDUS

Risque	Opportunités
• **Prix d'acquisition sûrement élevés, surtout au début** Du fait de la haute technologie/rareté. Les foyers aux revenus élevés seront donc privilégiés. [23] Baisse des prix ne doit pas être synonyme de baisse de qualité : tous les véhicules étant en interaction, la sécurité globale serait affectée. [40]	• **Plusieurs sources d'économies à terme** 1. *frais de stationnement* : véhicules pouvant se garer plus loin pour moins cher 2. *frais de carburant* : consommation pouvant être optimisée au minimum 3. *frais d'achat et maintenance* : utilisation de plus en plus partagée • **Économies de temps et de productivité, donc d'argent** Réutilisation possible du temps de trajet, réduction des temps d'attente [22] [27]

COÛTS LIÉS AUX GOUVERNEMENTS

Risques	Opportunités
• **Attention à ne pas délaisser le transport public** Coopération possible entre les véhicules autonomes et le transport public, avec des politiques de prix conjointes par forfait par exemple. Collaborations possibles aussi entre le transport public et les compagnies de transport privé (Uber, Lyft, Via, …). [22]	• **Instauration de taxes** Pour réduire la circulation, la congestion, la pollution (ex. : taxe pour les véhicules allant se garer en banlieue, taxe contre l'usage privé pour favoriser le partage, taxe sur les véhicules trop polluants pour favoriser les véhicules électriques respectueux, etc…) [23]
• **Fluctuation des prix de l'immobilier** Notamment dû à l'étalement urbain vu précédemment	• **Revalorisation des banlieues** Penser l'évolution immobilière en amont et en récupérer des revenus

IMPACTS SUR LE MARCHÉ DU TRAVAIL

Risques	Opportunités
• **Influences directes sur plusieurs corps de métiers** Conducteurs de taxis, chauffeurs de bus et autocars, formateurs de conduite, garagistes traditionnels voués à disparaître. [9] [41] Cependant, compétences en informatique et technologies des communications de plus en plus recherchées. • **Changements des lieux de travail** Les personnes iront travailler plus loin de chez eux s'ils y trouvent un métier plus stimulant et lucratif. [19]	• **Hausse potentielle de la productivité** Possibilité de transformer le temps de trajet en temps de travail, ainsi que de trouver un travail plus productif plus loin de chez soi [19] • **Réaménagement du territoire** Peut découler à partir des changements de lieux de travail. [35] [62]

EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE

Impacts sur les émissions
Le cas des véhicules électriques

IMPACTS SUR LES ÉMISSIONS

La route doit être un **acteur central** pour la transition énergétique et la réduction de ses émissions. [81]

Risque	Solution	Opportunités
• **Incertitude sur l'évolution du kilométrage total** Flotte de véhicules censée diminuer [16] mais chaque véhicule parcourra plus de distance (partage, déplacements seuls).	• **Politiques de régulations d'émissions** Elles évoluent, mais pas encore adaptées aux véhicules autonomes [44]	• **Optimisation des algorithmes** Seulement grâce aux codes, on peut réduire les émissions jusqu'à 10% [44] • **Optimisation des sources d'énergie** À partir de l'essence, de l'hybride ou de l'électrique [85]

LE CAS DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Électrification souvent considérée comme le futur, surtout en milieu urbain pour les trajets courts. [9] [16]

<table>
<tr><th>Risque</th><th>Opportunités</th></tr>
<tr>
<td>

- **Pas forcément moins polluants que les véhicules à combustion interne**

Dépend des procédés de fabrication et systèmes de batterie [9]

</td>
<td>

- **Trois facteurs d'efficacité à développer**

<table>
<tr><th>Facteur</th><th>Solution</th></tr>
<tr><td>Gestion des réseaux électriques</td><td>Les adapter pour l'environnement</td></tr>
<tr><td>Disponibilité de bornes de recharge</td><td>Optimiser la répartition</td></tr>
<tr><td>Type de véhicule</td><td>Véhicules hybrides à explorer</td></tr>
</table>

- **Meilleure qualité de l'air, moins de pollution sonore**

Mais il faut faire attention car le fait d'être silencieux peut être dangereux

</td>
</tr>
</table>

CONCLUSION

CONCLUSION

- Les véhicules autonomes s'en viennent, doucement mais sûrement
- Beaucoup de problématiques à régler avant, au-delà des aspects technologiques
- Du temps et de l'investissement sont nécessaires pour cela

=> Beaucoup d'enjeux, il y a des risques mais aussi de nombreuses opportunités

PROCHAINES ÉTAPES

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

[1] Adnan, N., Md Nordin, S., bin Bahruddin, M. A., & Ali, M. (2018). How trust can drive forward the user acceptance to the technology? In-vehicle technology for autonomous vehicle. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *118*, 819-836. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.10.019

[2] Alkheir, A. A., Aloqaily, M., & Mouftah, H. T. (2018). Connected and Autonomous Electric Vehicles (CAEVs). *IT Professional*, *20*(6), 54-61. https://doi.org/10.1109/MITP.2018.2876977

[3] Anderson, J., Kalra, N., Stanley, K., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, O. (2016). *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. https://doi.org/10.7249/RR443-2

[4] Average Vehicle Occupancy Factors for Computing Travel Time Reliability Measures and Total Peak Hour Excessive Delay Metrics (April 2018). (s. d.). 8.

[5] Awad, E., Dsouza, S., Kim, R., Schulz, J., Henrich, J., Shariff, A., … Rahwan, I. (2018). The Moral Machine experiment. *Nature*, *563*(7729), 59-64. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0637-6

[6] Bansal, P., & Kockelman, K. M. (2017). Forecasting Americans' long-term adoption of connected and autonomous vehicle technologies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *95*, 49-63. https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.10.013

[7] Bonnefon, J.-F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, *352*(6293), 1573-1576. https://doi.org/10.1126/science.aaf2654

[8] Brell, T., Philipsen, R., & Ziefle, M. (2019). sCARy! Risk Perceptions in Autonomous Driving: The Influence of Experience on Perceived Benefits and Barriers: sCARy! Risk Perceptions in Autonomous Driving. *Risk Analysis*, *39*(2), 342-357. https://doi.org/10.1111/risa.13190

[9] Cohen, S. A., & Hopkins, D. (2019). Autonomous vehicles and the future of urban tourism. *Annals of Tourism Research*, *74*, 33-42. https://doi.org/10.1016/j.annals.2018.10.009

[10] Cunningham, M. L., Ledger, S. A., & Regan, M. A. (2018). *A SURVEY OF PUBLIC OPINION ON AUTOMATED VEHICLES IN AUSTRALIA AND NEW ZEALAND*. 15.

RÉFÉRENCES

[11] Daziano, R. A., Sarrias, M., & Leard, B. (2017). Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *78*, 150-164. https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.03.003

[12] Deb, S., Strawderman, L., Carruth, D. W., DuBien, J., Smith, B., & Garrison, T. M. (2017). Development and validation of a questionnaire to assess pedestrian receptivity toward fully autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *84*, 178-195. https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.08.029

[13] Debbie Hopkins, & Tim Schwanen. (2018). Automated Mobility Transitions: Governing Processes in the UK. *Sustainability*, *10*(4), 956. https://doi.org/10.3390/su10040956

[14] Douma, F., & Palodichuk, S. A. (s. d.). Criminal Liability Issues Created by Autonomous Vehicles. *SANTA CLARA LAW REVIEW*, *52*, 14.

[15] Fagnant, D. J., & Kockelman, K. (2015). Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *77*, 167-181. https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.003

[16] Five trends transforming the Automotive Industry. (s. d.). 48.

[17] Foldes, D., & Csiszar, C. (2018). Framework for planning the mobility service based on autonomous vehicles. *2018 Smart City Symposium Prague (SCSP)*, 1-6. https://doi.org/10.1109/SCSP.2018.8402651

[18] Foot, P. (2002). *Virtues and Vices*. https://doi.org/10.1093/0199252866.001.0001

[19] Gelauff, G., Ossokina, I., & Teulings, C. (2019). Spatial and welfare effects of automated driving: Will cities grow, decline or both? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *121*, 277-294. https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.013

[20] Ghiasi, A., Hussain, O., Qian, Z. (Sean), & Li, X. (2017). A mixed traffic capacity analysis and lane management model for connected automated vehicles: A Markov chain method. *Transportation Research Part B: Methodological*, *106*, 266-292. https://doi.org/10.1016/j.trb.2017.09.022

RÉFÉRENCES

[21] Goodall, N. J. (2014). Ethical Decision Making during Automated Vehicle Crashes. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *2424*(1), 58-65. https://doi.org/10.3141/2424-07

[22] Greenwald, J. M., & Kornhauser, A. (2019). It's up to us: Policies to improve climate outcomes from automated vehicles. *Energy Policy*, *127*, 445-451. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.017

[23] Harper, C. D., Hendrickson, C. T., & Samaras, C. (2018). Exploring the Economic, Environmental, and Travel Implications of Changes in Parking Choices due to Driverless Vehicles: An Agent-Based Simulation Approach. *Journal of Urban Planning and Development*, *144*(4), 04018043. https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000488

[24] Heinrichs, D. (2016). Autonomous Driving and Urban Land Use. In M. Maurer, J. C. Gerdes, B. Lenz, & H. Winner (Éd.), *Autonomous Driving* (p. 213-231). https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8_11

[25] Hengstler, M., Enkel, E., & Duelli, S. (2016). Applied artificial intelligence and trust—The case of autonomous vehicles and medical assistance devices. *Technological Forecasting and Social Change*, *105*, 105-120. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.014

[26] Hevelke, A., & Nida-Rümelin, J. (2014). Responsibility for Crashes of Autonomous Vehicles: An Ethical Analysis. *Science and Engineering Ethics*, *21*(3), 619-630. https://doi.org/10.1007/s11948-014-9565-5

[27] Hidaka, K., & Shiga, T. (2018). Forecasting Travel Demand for New Mobility Services Employing Autonomous Vehicles. *Transportation Research Procedia*, *34*, 139-146. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.11.025

[28] Hohenberger, C., Spörrle, M., & Welpe, I. M. (2016). How and why do men and women differ in their willingness to use automated cars? The influence of emotions across different age groups. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *94*, 374-385. https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.09.022

[29] Hulse, L. M., Xie, H., & Galea, E. R. (2018). Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age. *Safety Science*, *102*, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.001

RÉFÉRENCES

[30] Kloostra, B., & Roorda, M. J. (2019). Fully autonomous vehicles: analyzing transportation network performance and operating scenarios in the Greater Toronto Area, Canada. *Transportation Planning and Technology*, *42*(2), 99-112. https://doi.org/10.1080/03081060.2019.1565159

[31] Ko, Y., Song, B., & Oh, Y. (2019). Mathematical Analysis of Environmental Effects of Forming a Platoon of Smart Vehicles. *Sustainability*, *11*(3), 571. https://doi.org/10.3390/su11030571

[32] König, M., & Neumayr, L. (2017). Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *44*, 42-52. https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.10.013

[33] Koopman, P., & Wagner, M. (2017). Autonomous Vehicle Safety: An Interdisciplinary Challenge. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, *9*(1), 90-96. https://doi.org/10.1109/MITS.2016.2583491

[34] Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. F. (2015). Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *32*, 127-140. https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.014

[35] Laird, J. J., & Venables, A. J. (2017). Transport investment and economic performance: A framework for project appraisal. *Transport Policy*, *56*, 1-11. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.02.006

[36] Levin, M. W., & Khani, A. (2018). Dynamic transit lanes for connected and autonomous vehicles. *Public Transport*, *10*(3), 399-426. https://doi.org/10.1007/s12469-018-0186-2

[37] Lin, P. (2016). *Why Ethics Matters for Autonomous Cars*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48847-8_4

[38] Litman, T. (s. d.). *Implications for Transport Planning*. 35.

[39] Loeb, B., & Kockelman, K. M. (2019). Fleet performance and cost evaluation of a shared autonomous electric vehicle (SAEV) fleet: A case study for Austin, Texas. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *121*, 374-385. https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.025

RÉFÉRENCES

[40] London, A. J., & Danks, D. (2018). Regulating Autonomous Vehicles: A Policy Proposal. *Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society - AIES '18*, 216-221. https://doi.org/10.1145/3278721.3278763

[41] Martínez-Díaz, M., & Soriguera, F. (2018). Autonomous vehicles: theoretical and practical challenges. *Transportation Research Procedia*, *33*, 275-282. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.103

[42] McLaren, J., Miller, J., O'Shaughnessy, E., Wood, E., & Shapiro, E. (2016). *Emissions Associated with Electric Vehicle Charging: Impact of Electricity Generation Mix, Charging Infrastructure Availability, and Vehicle Type* (N° NREL/TP--6A20-64852, 1247645). https://doi.org/10.2172/1247645

[43] Meder, B., Fleischhut, N., Krumnau, N.-C., & Waldmann, M. R. (2019). How Should Autonomous Cars Drive? A Preference for Defaults in Moral Judgments Under Risk and Uncertainty: How Should Autonomous Cars Drive? *Risk Analysis*, *39*(2), 295-314. https://doi.org/10.1111/risa.13178

[44] Mersky, A. C., & Samaras, C. (2016). Fuel economy testing of autonomous vehicles. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *65*, 31-48. https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.001

[45] Meyer, J., Becker, H., Bösch, P. M., & Axhausen, K. W. (2017). Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities? *Research in Transportation Economics*, *62*, 80-91. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005

[46] Millard-Ball, A. (2018). Pedestrians, Autonomous Vehicles, and Cities. *Journal of Planning Education and Research*, *38*(1), 6-12. https://doi.org/10.1177/0739456X16675674

[47] Mounce, R., & Nelson, J. D. (2019). On the potential for one-way electric vehicle car-sharing in future mobility systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *120*, 17-30. https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.12.003

[48] Papadoulis, A., Quddus, M., & Imprialou, M. (2019). Evaluating the safety impact of connected and autonomous vehicles on motorways. *Accident Analysis & Prevention*, *124*, 12-22. https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.12.019

RÉFÉRENCES

[49] Payre, W., Cestac, J., & Delhomme, P. (2014). Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *27*, 252-263. https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.009

[50] P.E., Y. J. S., Golias, M., Dedes, G., Douligeris, C., & Mishra, S. (2019). Challenges, Risks and Opportunities for Connected Vehicle Services in Smart Cities and Communities. *IFAC-PapersOnLine*, *51*(34), 139-144. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.01.056

[51] Penmetsa, P., Adanu, E. K., Wood, D., Wang, T., & Jones, S. L. (2019). Perceptions and expectations of autonomous vehicles – A snapshot of vulnerable road user opinion. *Technological Forecasting and Social Change*, *143*, 9-13. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.02.010

[52] Richardson, E., & Davies, P. (2018). *The Changing Public's Perception of Self-Driving Cars*. https://doi.org/10.13140/rg.2.2.34641.02402

[53] Saeednia, M., & Menendez, M. (2017). A Consensus-Based Algorithm for Truck Platooning. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, *18*(2), 404-415. https://doi.org/10.1109/tits.2016.2579260

[54] Schoettle, B., & Sivak, M. (s. d.). *A SURVEY OF PUBLIC OPINION ABOUT AUTONOMOUS AND SELF-DRIVING VEHICLES IN THE U.S., THE U.K., AND AUSTRALIA*. 42.

[55] Schoettle, B., & Sivak, M. (s. d.-b). *POTENTIAL IMPACT OF SELF-DRIVING VEHICLES ON HOUSEHOLD VEHICLE DEMAND AND USAGE*. 18.

[56] Shaheen, S. (2018). Future of Mobility White Paper. *Institute of Transportation Studies, Berkeley*. https://doi.org/10.7922/g2wh2n5d

[57] Shen, S., & Neyens, D. M. (2017). Assessing drivers' response during automated driver support system failures with non-driving tasks. *Journal of Safety Research*, *61*, 149-155. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2017.02.009

RÉFÉRENCES

[58] Sivak, M., & Schoettle, B. (s. d.). *ROAD SAFETY WITH SELF-DRIVING VEHICLES: GENERAL LIMITATIONS AND ROAD SHARING WITH CONVENTIONAL VEHICLES*. 13.

[59] Skeete, J.-P. (2018). Level 5 autonomy: The new face of disruption in road transport. *Technological Forecasting and Social Change*, *134*, 22-34. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.05.003

[60] Soriguera, F., Martínez, I., Sala, M., & Menéndez, M. (2017). Effects of low speed limits on freeway traffic flow. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *77*, 257-274. https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.024

[61] Talebpour, A., & Mahmassani, H. S. (2016). Influence of connected and autonomous vehicles on traffic flow stability and throughput. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, *71*, 143-163. https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.07.007

[62] Teulings, C. N., Ossokina, I. V., & de Groot, H. L. F. (2018). Land use, worker heterogeneity and welfare benefits of public goods. *Journal of Urban Economics*, *103*, 67-82. https://doi.org/10.1016/j.jue.2017.10.004

[63] Toglaw, S., Aloqaily, M., & Alkheir, A. A. (2018). Connected, Autonomous and Electric Vehicles: The Optimum Value for a Successful Business Model. *2018 Fifth International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security*, 303-308. https://doi.org/10.1109/IoTSMS.2018.8554391

[64] Ye, L., & Yamamoto, T. (2018). Impact of dedicated lanes for connected and autonomous vehicle on traffic flow throughput. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *512*, 588-597. https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.08.083

[65] Zakharenko, R. (2016). Self-driving cars will change cities. *Regional Science and Urban Economics*, *61*, 26-37. https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2016.09.003

[66] Zhang, W., Guhathakurta, S., Fang, J., & Zhang, G. (2015). Exploring the impact of shared autonomous vehicles on urban parking demand: An agent-based simulation approach. *Sustainable Cities and Society*, *19*, 34-45. https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.07.006

RÉFÉRENCES

[67] Voitures autonomes : qui sauver, qui sacrifier, Radio Canada, Marc Lajoie, 25 avril 2019
https://ici.radio-canada.ca/info/2019/voitures-autonomes-dilemme-tramway/index.html?fromApp=appInfoIos
(consulté le 21 mai 2019)

[68] La navette autonome reprend du service à Candiac. Le Reflet, Vicky Girard, 27 mars 2019
https://www.lereflet.qc.ca/la-navette-autonome-reprend-du-service-a-candiac/
(consulté le 21 mai 2019)

[69] Une grande première canadienne à Candiac – Projet de navette autonome électrique sur voie publique. Newswire, Keolis Canada, 10 août 2018
https://www.newswire.ca/fr/news-releases/une-grande-premiere-canadienne-a-candiac---projet-de-navette-autonome-electrique-sur-voie-publique-690560811.html
(consulté le 21 mai 2019)

[70] Should a self-driving car kill the baby or the grandma ? Depends on where you're from. MIT Technology Review, Karen Hao, 24 octobre 2018
https://www.technologyreview.com/s/612341/a-global-ethics-study-aims-to-help-ai-solve-the-self-driving-trolley-problem/
(consulté le 21 mai 2019)

[71] The self-driving car's bicycle problem. IEEE Spectrum, Peter Fairley, 31 janvier 2017
https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/self-driving/the-selfdriving-cars-bicycle-problem
(consulté le 22 mai 2019)

[72] The Cyclist Problem. Slate, Christina Bonnington, 3 février 2018
https://slate.com/technology/2018/02/self-driving-cars-struggle-to-detect-cyclists-bicycle-to-vehicle-communications-arent-the-answer.html
(consulté le 22 mai 2019)

[73] Self-driving Uber car saw pedestrian but didn't brake, causing fatal accident : report. Global News, Tom Krisher, 24 mars 2018
https://globalnews.ca/news/4229104/uber-self-driving-crash/
(consulté le 22 mai 2019)

RÉFÉRENCES

[74] Fafoutellis et Manteka (2019), Major limitations : concerns regarding the integration of AVs in urban transportation systems.

[75] Howard et Dai (2014), Public Perceptions of Self Driving Cars_ Case of Berkeley, California.

[76] United Nations (2015), World Population Ageing UN 2015.

[77] Bansal et al. (2015), Assessing public opinions of an interest in new vehicle technologies_an Austin perspective.

[78] McKinsey&Company (2016), An-integrated-perspective-on-the-future-of-mobility.

[79] Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (2017), German report-ethics-commission.

[80] Volpe National Transportation Systems Center (2014), AVs Symposium 2014.

[81] ATEC ITS France et al. (2019), Étude MIRE.

[82] La navette autonome de retour mercredi sur les routes de Candiac. Le Reflet, Vicky Girard, 13 mai 2019
https://www.lereflet.qc.ca/la-navette-autonome-de-retour-mercredi-sur-les-routes-de-candiac/
(consulté le 25 mai 2019)

PARTENAIRES

MEMBRES FONDATEURS

Montréal

UQÀM

Québec
Fonds de recherche – Nature et technologies
Fonds de recherche – Santé
Fonds de recherche – Société et culture
(Bureau du Scientifique en chef)

GRAND PARTENAIRE

Caisse de dépôt et placement du Québec

PARTENAIRES SCIENTIFIQUES

Living Lab montréal

CIRANO
Allier savoir et décision
Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ITTECOP
infrastructures de transports terrestres écosystèmes et paysages

WU VIENNA Project Management Group

RÉSEAU QUÉBEC MARITIME

CIRODD
Centre interdisciplinaire de recherche en opérationnalisation du développement durable

CIRRELT
Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport

CIRAIG MC
Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services

PARTENAIRES ASSOCIÉS

PORT MONTRĒAL

ARTM Autorité régionale de transport métropolitain

COLLABORATEURS

MTL INTL
MONTRÉAL INTERNATIONAL

GRAME
Groupe de recherche appliquée en macroécologie

CARGOM
GRAPPE MÉTROPOLITAINE DE LOGISTIQUE ET TRANSPORT DE MONTRÉAL

MERCI

KHEOPS

WWW.KHEOPS.CA

CONTACTEZ-NOUS

NATHALIE DROUIN
Directrice exécutive
drouin.nathalie@kheops.ca
(514) 987-3000, #3463