



Dans 20 ans, quel aura été l'effet de **l'intelligence artificielle** sur la **mobilité** et la **sécurité** **routière?**

Présenté dans le cadre du
Concours de mémoire PIARC-Québec
59^e congrès de l'AQTR



L'IA au volant : Impacts et transformations de la mobilité et de la sécurité routière à l'horizon 2045

Rédigé dans le cadre du
Concours de mémoire PIARC-Québec
59e congrès de l'AQTR

Présenté par
Théo Manac'h



4 mars 2025

Introduction

L'Intelligence artificielle (IA) représente une avancée majeure du XXI^e siècle. Permettant de simuler l'intelligence humaine et de résoudre des équations complexes en se basant sur les statistiques avancées et l'algèbre linéaire, elle bouleverse de nombreux secteurs, dont celui des transports et de la mobilité. Dans un contexte canadien où les enjeux et défis de la mobilité touchent à leur paroxysme, l'IA prévoit un nouvel outil innovant pour répondre à des problématiques majeures telles que l'optimisation de la planification des déplacements ou la sécurité routière.

C'est précisément dans cette perspective de développement de la mobilité et de la technologie que se pose la question des effets de l'IA sur la mobilité et la sécurité routière à l'horizon 2045. Il s'agira dans un premier temps d'étudier d'une part, l'impact de l'IA sur la mobilité d'un point de vue efficient, durable et accessible. D'autre part, on s'interrogera sur sa contribution à la réduction des accidents et à l'amélioration de la sécurité routière. Finalement, il est essentiel de discuter des défis et limites techniques de l'IA et, plus largement, des problématiques éthiques et sociales induites par l'intégration d'informatique cognitive.

Ainsi, cette analyse permettra de comprendre l'impact de l'IA sur notre manière de nous déplacer en rendant les routes plus sûres au cours des deux prochaines décennies.

1. Les effets de L'IA sur la mobilités

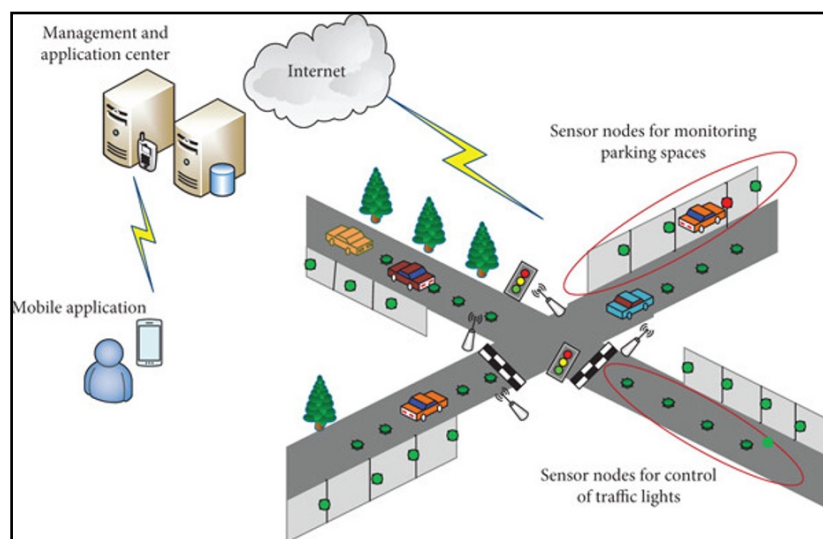
Planification et écosystème de flux de trafic

La planification des transports consiste à organiser le transport de personnes et de marchandises. Elle est une composante majeure des enjeux modernes liés à la mobilité, et elle repose sur la modélisation et la résolution de problèmes complexes liés aux flux de trafic au sein des villes. De nombreux algorithmes et modèles existants permettent l'optimisation de ces flux, en utilisant des concepts d'algèbre linéaire avancés. Il s'agit là d'une automatisation parfaitement possible avec l'IA, et cette voie est déjà largement explorée par différents articles scientifiques. Aujourd'hui, l'IA n'est pas encore activement utilisée comme un standard dans la planification, mais différents systèmes intelligents intégrés à des logiciels déjà en usage commencent à émerger.

Cette approche pourrait réduire les embouteillages jusqu'à 30 % et, grâce à l'amélioration de la fluidité du trafic, entraîner des baisses significatives des émissions de CO₂¹. L'informatique cognitive serait donc un outil particulièrement efficace, notamment pour l'analyse prédictive des goulots d'étranglement. Il est fort probable que la gestion proactive des routes permettra une meilleure optimisation du trafic et donc des temps de déplacement réduits, particulièrement en milieu urbain.

Concernant les infrastructures, Adil et al.² ont théorisé dans leurs travaux des écosystèmes connectés, plus précisément des réseaux de capteurs sans fil qui permettraient, en temps réel, de renseigner sur la densité du trafic afin d'alimenter un système de feux intelligents, ainsi que des voiries et parkings connectés. On pourrait même supposer qu'un tel système pourrait probablement communiquer avec les interfaces utilisateur de systèmes de navigation numérique en temps réel pour améliorer leur efficacité.

Figure 1 -Exemple d'écosystème connecté d'une intersection routière



(Adil et al., 2020)

Véhicules (semi-) autonomes et connectés (AVs)

Depuis ces dernières années l'essor des véhicules autonomes (AVs) connaît une augmentation considérable. Beaucoup d'AVs utilisent d'ores et déjà des logiciels d'intelligence

¹ Saxena, R. R. (2024). Artificial intelligence in traffic systems. arXiv.

² Adil, H., Abderrahim, M., & Larbi, H. (2020). Automated real-time intelligent traffic control system for smart cities using wireless sensor networks.

embarqués entraînés spécialement pour la conduite, et la détection de leur environnement. Selon les travaux de Milakis et al.³ sur le développement des AVs, le déploiement de cette technologie aurait plusieurs conséquences. L'étude suggère une augmentation de la distance parcourue en véhicule privé (VMT/VKT) de 15% à 59%, une hausse qu'ils expliquent par une réduction du coût temporel perçu ainsi que par un transfert modal depuis les transports publics et modes actifs vers les véhicules privés. Aussi l'étude explore la thèse des véhicules autonomes partagés exclusifs (SAVs), et la mise en commun d'un tel écosystème de véhicules réduirait le nombre total de véhicules nécessaires jusqu'à 90 %, bien que cette réduction puisse être partiellement compensée par des trajets à vide.

2. Les effets de l'IA sur la sécurité routière

Réduction des accidents grâce à l'automatisation

Outre les AVs, l'IA peut également jouer un rôle dans les véhicules non-autonomes ou semi-autonomes. En effet les systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) proposent de plus en plus l'automatisation des fonctions critiques du véhicules. Par exemple des algorithmes d'IA sont développés pour détecter des dangers potentiels et réagir beaucoup plus rapidement qu'un être humain. Dans cet exemple comme relaté par la FESVIAI, cet ADAS permet de réduire d'au moins 40% les collisions frontales⁴. Beaucoup d'autres ADAS sont déjà déployé ou en développement parmi lesquels la gestion intelligente de l'ABS, la lecture de panneaux, le régulateur de vitesse automatique et bien plus encore. Dans le cas des AVs, certaines projections supposent une réduction de 90% des accidents causés par l'inattention ou l'erreur humaine⁵. Ces innovations liées au développement d'ADAS marqueraient donc une transition vers une sécurité routière proactive, où les risques sont anticipés et minimisés avant qu'ils ne se concrétisent.

Infrastructures intelligentes et maintenance prédictive

Ne se limitant pas aux AVs, l'intégration de l'IA au sein du processus de gestion des infrastructures aurait également un impact significatif. Sous plusieurs formes, l'IA pourrait aboutir à une gestion

³ Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 324–348.

⁴ Highmotor. (2023, avril). Les systèmes ADAS auraient évité 40% des accidents de la route.

⁵ Labia, F. (2021, 27 novembre). Des bénéfices de passer de la conduite assistée à la conduite autonome. CPR Asset Management.

plus efficace des infrastructures. Plusieurs projets pilotes mentionnent l'utilisation de drones intelligents avec capteurs embarqués permettant de produire une cartographie détaillée de l'état des routes en détectant les dégradations mineures avant qu'elles ne s'aggravent⁶. Du point de vue de la maintenance prédictive, l'IA s'intègre également dans la surveillance de ponts ou de tunnels, permettant de « prédire » statistiquement, en fonction de la fréquentation et des données récoltées, les besoins d'entretien. Cela permettrait de réduire des coûts et d'améliorer la sécurité pour les utilisateurs.

3. Défis & limites

Défis technologiques

Le développement de l'IA représente en soi un défi technologique considérable et une avancée technologique majeure. Cependant, malgré ces progrès, l'IA fait face à plusieurs limitations importantes. La fiabilité reste un défi conséquent, avec des problèmes de biais, de manque de transparence et d'explicabilité des décisions prises par les systèmes d'IA⁷. De plus, l'IA semble atteindre un "plafond de verre"⁸ en termes de compréhension du sens commun et de raisonnement contextuel, ce qui limite sa capacité à prendre des décisions complexes sans supervision humaine.

Cadre légal et paradigme éthique

Dans l'optique d'une utilisation croissante de l'intelligence artificielle, particulièrement dans les AVs, le cadre légal québécois, et plus largement mondial, devra évoluer. De plus en plus de pays et de régions commencent à adapter leur législation afin de préparer progressivement l'arrivée de véhicules de plus en plus autonomes. De nombreux défis éthiques devront être pris en compte, notamment en ce qui concerne la notion de responsabilité en cas d'accident impliquant un AV. Ce sont des questions complexes auxquelles chaque législation devra apporter une réponse politique. La Commission européenne prévoit de commencer à autoriser les véhicules entièrement autonomes (dits de « niveau 5 ») à des fins d'expérimentation d'ici 2030, tandis que les véhicules

⁶ Vialytics. (n.d.). L'IA et l'innovation au service des infrastructures routières.

⁷ University of Toronto Libraries. (n.d.). Artificial intelligence for image research: Datasets, bias, discrimination.

⁸ Andersen, P. (2024, 6 mai). *Common sense is AI's glass ceiling*. Forbes.

semi-autonomes (dits de « niveau 2 à 4 ») devraient devenir courants avec une législation adaptée d'ici 2035.⁹

Applicabilité au Québec et ailleurs

L'ensemble des innovations présentées dans ce mémoire est théoriquement applicable au contexte québécois. Les utilisations liées à l'IA peuvent être divisées en deux grandes catégories.

Dans un premier temps, on trouve les applications dites « *de service* ». Celles-ci concernent principalement les innovations liées à la planification, aux systèmes ADAS et à l'optimisation des routes, que ce soit lors de leur conception ou de leur utilisation. Ces applications restent relativement peu coûteuses, nécessitant uniquement un investissement initial pour le développement ou l'acquisition de modèles d'IA performants.

Dans un second temps, on distingue les applications dites « *d'infrastructure et matérielles* », qui incluent principalement les AVs et les infrastructures connectées, comme les feux intelligents mentionnés. Cette deuxième catégorie présente des défis bien plus importants en termes d'entretien et d'investissement. Par conséquent, il est probable que l'applicabilité réelle de ces technologies soit significativement limitée. Les centres urbains et les réseaux autoroutiers bénéficiant des investissements les plus importants seront probablement les premiers – voire les seuls – à pouvoir exploiter pleinement l'IA dans une perspective de 20 ans.

Ainsi, le développement de ces innovations sera inégal au sein de régions comme le Québec, inégal dans le monde, et prioritairement adopté dans les centres ultra-urbains riches.

Conclusion & recommandations

Finalement, l'IA à l'horizon 2045 promet l'essor et le perfectionnement de nombreuses technologies, allant de la planification globale à l'amélioration de l'autonomie des AVs en passant par des processus de maintenance optimisés. Il est probable que ce développement aura des conséquences significatives sur le paysage routier québécois et plus largement mondial. On peut

⁹ Voiture-autonome.net. (2025). Voiture autonome : Résumé 2025.

anticiper que l'essor des AVs va considérablement augmenter la durée et les distances parcourues tout en rendant les trajets de plus en plus efficaces. Dans le cadre d'infrastructures connectées, on pourrait observer une réduction du trafic allant jusqu'à 30%, s'accompagnant théoriquement d'une baisse des émissions liées aux embouteillages. Concernant la sécurité, l'avènement des AVs de niveau 2 et 3 deviendra inévitable d'ici 2045, entraînant une diminution des accidents liés à l'erreur humaine, à l'inattention ou à la fatigue. Les ADAS permettront également la réduction d'accidents impliquant des collisions frontales avec d'autres usagers ou l'environnement. Enfin, concernant la maintenance, une baisse des coûts pourrait résulter de systèmes de détection des anomalies ou de prévision des pannes beaucoup plus performants qu'actuellement.

Les recommandations concernant l'IA porteront sur deux points essentiels. D'abord, l'assurance d'un modèle entraîné avec des données sans biais ni discriminations pour garantir la meilleure fiabilité possible du système. Ensuite, l'établissement d'un cadre légal strict qui doit encourager l'innovation tout en protégeant le public. Des périodes de test d'intégration pour chaque nouvelle technologie pourraient être la solution pour permettre un développement sûr de ces innovations.

Enfin, il est essentiel de considérer l'utilisation judicieuse de l'IA dans les transports, notamment de par sa consommation élevée de ressources lors de son utilisation, en ciblant principalement les zones urbaines denses où son impact serait maximal. Bien que prometteuse, l'IA ne peut totalement remplacer l'intuition et l'expérience humaine en conduite. Cela soulève d'importantes questions sur la responsabilité en cas d'incident : individuelle, corporative, ou partagée ? Ces enjeux éthiques et légaux devront être résolus pour une intégration réussie de l'IA dans nos systèmes de transport. L'avenir de la mobilité dépendra donc d'un équilibre subtil entre innovation technologique et facteur humain.

Bibliographie *(Par ordre de citation)*

Saxena, R. R. (2024). Artificial intelligence in traffic systems. arXiv. <https://arxiv.org>

Adil, H., Abderrahim, M., & Larbi, H. (2020). Automated real-time intelligent traffic control system for smart cities using wireless sensor networks. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/8841893>

Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 324–348. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:12264500>

Highmotor. (2023, avril). Les systèmes ADAS auraient évité 40% des accidents de la route. <https://www.highmotor.com/fr/sistemas-adas-hubiesen-evitado-40-siniestros-viales.html>

Labia, F. (2021, 27 novembre). Des bénéfices de passer de la conduite assistée à la conduite autonome. CPR Asset Management. <https://www.cpr-am.fr>

Vialytics. (n.d.). L'IA et l'innovation au service des infrastructures routières. <https://www.vialytics.fr>

University of Toronto Libraries. (n.d.). Artificial intelligence for image research: Datasets, bias, discrimination. <https://guides.library.utoronto.ca/c.php?g=735513&p=5297043>

Andersen, P. (2024, 6 mai). Common sense is AI's glass ceiling. *Forbes*. <https://www.forbes.com>

Voiture-autonome.net. (2025). Voiture autonome : Résumé 2025. <https://www.voiture-autonome.net>