

# L'IA, LA ROBOTIQUE ET LA MOBILITÉ EN TANT QUE SERVICES : LE CAS DE SINGAPOUR

## Eng Huiling et Benjamin Goh

Eng Huiling est Responsable de programme au National Engineering Programme Centre de la Défense Science and Technology Agency, à Singapour  
Benjamin GOH est représentant de The Future Society à Singapour



Eng Huiling est titulaire d'un Bachelor of Engineering en bio-ingénierie de la Nanyang Technological University, obtenu avec mention en 2007, et d'un Master en sciences (MSc) en Ingénierie et management du Massachusetts Institute of Technology, obtenu en 2017. Dans sa thèse de MSc, dirigée par le Professeur Richard de Neufville, elle se penche sur le degré d'avancement technologique des outils de conduite autonome, les incertitudes et les implications sociotechniques qui en découlent, et s'interroge sur les conséquences politiques de la mise en œuvre des véhicules autonomes.

Benjamin GOH est actuellement consultant en management.

Benjamin était auparavant assistant de recherche pour le Belfer Center of Science and International Affairs et assistant du Professeur David Eaves sur le thème du gouvernement numérique. Il a été membre du Center for Strategic Futures à Singapour et rédacteur en chef du Singapore Policy Journal de la Harvard Kennedy School. Il a publié un dossier pour la Harvard Kennedy School sur les infrastructures ferroviaires de Singapour et travaille activement avec The Future Society pour étudier la manière dont la technologie (re) façonne la société.

## MOTS CLÉS

- AUTONOME
- POLITIQUE
- TECHNOLOGIE
- SMART NATION
- PARTENARIAT

## INTRODUCTION

Avec un territoire de 729 km<sup>2</sup> et une population de 5,61 millions de personnes (en juin 2016), Singapour est notoirement un des pays les plus densément peuplés au monde. Environ 12 % de sa surface totale est occupée par les routes. Selon les projections, sa population devrait atteindre 6,9 millions en 2030. Par conséquent, il est prévu que la demande augmente concernant la réservation de terrains pour l'habitat, les infrastructures et les équipements. Les outils tels que les quotas de véhicules et les péages se sont révélés efficaces jusqu'à présent pour contrôler la croissance du trafic et limiter les embouteillages, mais il est peu probable que ces stratégies puissent répondre aux besoins futurs.

Ces contraintes matérielles coïncident avec le besoin de devenir une économie davantage centrée sur les services, et le gouvernement a annoncé son plan de devenir une « nation intelligente » qui exploite les progrès de la technologie numérique pour créer une cité plus habitable, innovante et économe. Cinq domaines clés ont été identifiés – le transport, le logement et l'environnement, la productivité économique, la santé et la vieillesse active, les services publics – comme ceux où la technologie peut apporter des solutions puissantes pour relever les défis actuels et futurs.

Les besoins économiques et les fortes contraintes matérielles ont conduit Singapour à adopter activement le véhicule autonome. En 2014, Singapour a créé son comité pour le transport routier autonome (CARTS), chargé d'étudier les applications de véhicules autonomes, les réglementations et la mise en œuvre. Dès le début, quatre domaines d'application ont été identifiés : (1) des services fixes et planifiés pour des transports en commun efficaces, (2) des services de mobilité d'un point à un autre ou à la demande, (3) le fret et (4) les opérations du service public.

Singapour se distingue comme l'un des premiers acteurs adoptant les voitures autonomes, mais elle bénéficie aussi d'avantages naturels à agir ainsi. La densité élevée de la cité-État, sa main-d'œuvre limitée pour les conducteurs commerciaux, son économie basée sur les connaissances, son infrastructure moderne, son gouvernement efficace et le haut niveau d'instruction de sa population en font un lieu privilégié pour développer des innovations technologiques dans le domaine des voitures autonomes. Grâce à la vision obtenue par les tests et les évaluations de ces technologies, en collaboration avec le secteur privé, Singapour est bien placée pour devenir un pays modèle pour la transformation du transport territorial et la « conception de la ville intelligente du futur ».



**“SINGAPOUR EST BIEN PLACÉE  
POUR DEVENIR UN PAYS MODÈLE,  
TANT POUR L'ÉVOLUTION DES  
TRANSPORTS TERRESTRES QUE  
POUR LA CONCEPTION DES VILLES  
INTELLIGENTES DE DEMAIN.”**

## LA MOBILITÉ MALGRÉ LES CONTRAINTES TERRITORIALES

Le plan de Singapour pour les véhicules autonomes est unique à plusieurs points de vue. Premièrement, Singapour continue à valoriser les transports en commun pour les trajets domicile-travail, et ne considère pas que l'introduction des véhicules autonomes rendra le transport public obsolète à court ou moyen terme. La cité-État voit les véhicules autonomes comme un moyen complémentaire de transport public, par exemple des bus autonomes pour le premier ou le dernier kilomètre. Deuxièmement, Singapour n'a pas l'intention de remplacer les voitures classiques par les voitures autonomes ; elle privilégie la mobilité en tant que service par le covoiturage et l'autopartage.

Troisièmement, elle spécifie son application mais n'a pas choisi de chapelle technologique, en partie parce que, bien qu'elle soit un des premiers acteurs des véhicules autonomes, la taille relativement petite de son marché potentiel limite son influence sur les décisions technologiques des fabricants et développeurs. Du point de vue technologique, les zones très construites de Singapour peuvent créer des canyons urbains qui limitent l'efficacité des technologies de localisation. De plus, la conduite en ville est considérée comme l'une des tâches les plus difficiles pour les voitures autonomes. Les variations constantes de la carte (piétons, cyclistes, mobilier urbain) et le caractère saccadé de la circulation en ville peuvent nécessiter une perception plus poussée et des technologies produisant du sens.

Cependant, Singapour reste un lieu idéal pour la mise en œuvre de voitures autonomes. Son gouvernement est un ardent défenseur de la technologie et de l'innovation, qui continue à attirer les talents high-tech et les investissements en recherche & développement de haut niveau. De plus, Singapour possède une infrastructure robuste, sur le plan matériel et des communications, ce qui est un ingrédient essentiel pour permettre les essais des voitures autonomes, leur évaluation et leur mise en œuvre opérationnelle. Enfin, pour pallier le manque de conducteurs de bus à Singapour, il est possible de mettre en place des bus autonomes pour le premier et le dernier kilomètre des trajets domicile-travail. La distance de

sécurité entre les véhicules autonomes pouvant être réduite lorsqu'ils sont connectés par V2V et V2I, les embouteillages pourraient diminuer si le nombre de véhicules sur la route reste constant. À long terme, le concept de véhicule autonome pour le transport en tant que service peut encourager l'autopartage et le covoiturage, que Singapour souhaite favoriser pour contrôler le nombre de véhicules sur la route.

## PAYSAGE ACTUEL

Les investissements privés dans le développement des véhicules autonomes ont augmenté depuis la moitié des années 2000 et continuent à accélérer aujourd'hui. L'attrait des bénéfices potentiels à récolter sur le marché des véhicules autonomes a provoqué l'arrivée de nouveaux acteurs, et a incité les acteurs existants à se placer sur de nouveaux secteurs. Le marché des véhicules n'est plus dominé uniquement par les fabricants automobiles traditionnels. Au cours des dernières années, nous avons assisté à l'arrivée de nouveaux acteurs, allant des développeurs de technologies aux fournisseurs de niveau 1, et même de prestataires de covoiturage. On voit aussi les fabricants automobiles traditionnels tenter de s'associer au monde du covoiturage.

Aujourd'hui, il ne règne aucune certitude quant au futur vainqueur du marché, et concernant la voie technologique qui pourrait représenter le concept gagnant. Les technologies permettant la conduite autonome étant fortement interdépendantes, il est essentiel de posséder diverses connaissances d'expert et de bénéficier d'investissements importants, et donc il est presque impossible ou trop risqué pour une entité isolée de les développer seule. En termes de calendrier de déploiement, plusieurs acteurs du marché ont exprimé le souhait de lancer un véhicule hautement automatisé ou entièrement autonome d'ici 2020.

À Singapour, plusieurs initiatives réunissent le gouvernement, la recherche, les universités et l'industrie. En août 2014, l'autorité de transport terrestre (LTA) a signé un mémorandum d'accord avec l'agence des sciences, de la technologie et de la recherche (A\*STAR), un organisme public qui mène la recherche appliquée, afin de fonder ensemble la SAVI : initiative singapourienne pour les véhicules autonomes. La SAVI sert de plateforme pour superviser et gérer la

recherche & développement et la réalisation d'essais, pour les technologies des véhicules autonomes, ainsi que les applications et les solutions pour les partenaires industriels et les participants. En janvier 2015, la LTA a annoncé que le district 1-North de Singapour serait le premier site de test pour les technologies de véhicules autonomes et les concepts de mobilité. En septembre 2016, l'itinéraire de test a été porté de 6 km à un réseau de 12 km. Depuis octobre 2016, il existe quatre entités distinctes menant sur ce site des essais destinés à prouver la faisabilité des véhicules autonomes. En juin 2015, la LTA a émis une demande d'informations pour solliciter des propositions sur la manière d'exploiter la technologie des véhicules autonomes dans le cadre d'autres concepts de mobilité terrestre, comme la mobilité à la demande et les bus autonomes. Cette demande d'informations visait également à comprendre les exigences à remplir, relatives par exemple à l'infrastructure routière et de communication, pour permettre la mise en œuvre à Singapour des concepts de mobilité incluant des véhicules autonomes. Elle a reçu huit réponses, et les résultats de leur évaluation sont publiés progressivement. En octobre 2015, un mémorandum d'accord a été signé entre le ministère des transports et l'autorité portuaire de Singapour, afin de développer conjointement une technologie de convoi automatisé de camions autonomes pour le transport de marchandises entre les terminaux du port. Le ministère des transports a signé un autre mémorandum d'accord avec Sentosa Development Corporation et Singapore Technologies Engineering Ltd, pour l'essai des services de navette autonome dans l'île de Sentosa.

En août 2016, la LTA a conclu un partenariat avec nuTonomy pour tester dans le district 1-North ses concepts de transport autonome partagé, à la demande, porte-à-porte, premier et dernier kilomètre et intracommunal. Depuis septembre 2016, nuTonomy est également partenaire de Grab, une des premières apps du Sud-Est asiatique pour l'obtention de courses. En août 2016, la LTA a signé un accord de partenariat avec Delphi Automotive Systems. Delphi est un des principaux fournisseurs de niveau 1 en technologie des véhicules. Il développe et teste sur le district 1-North une flotte de véhicules totalement autonomes intégrant une suite logicielle de mobilité à la demande reposant sur le nuage. En octobre 2016, la LTA a aussi annoncé un partenariat avec l'institut de recherche en énergie de l'université technologique Nanyang (ERI@NTU), en vue de développer les technologies de bus autonomes, y compris un essai de bus autonome pour les services fixes et planifiés en ville et d'une ville à une autre. En août 2016, la LTA et la société immobilière publique JTC ont également conclu un partenariat avec l'université NTU pour lancer le Centre d'excellence pour les essais et la recherche en autonomie des véhicules (CETRAN) et le circuit d'essais du CleanTech Park dans le district Jurong de l'innovation. Le CETRAN mènera la définition des exigences d'essais pour les véhicules autonomes, et le circuit d'essais fournira une simulation d'environnement routier pour tester les véhicules avant leur lancement



sur les routes publiques. Dans le cadre de l'accord sur cinq ans avec la LTA, la NTU mènera les activités de recherche au CETRAN, collaborera avec les organismes internationaux d'essais, d'inspection et de certification, les institutions de recherche et l'industrie, exploitera le circuit d'essais et évaluera les prototypes de véhicule autonome soumis à essais. Le circuit d'essais devrait être opérationnel d'ici la seconde moitié de 2017.

## CONTRAINTES TECHNOLOGIQUES ET OPPORTUNITÉS POUR SINGAPOUR

En tant que cité-État, Singapour possède une densité de population élevée. Le pays bénéficie d'un climat chaud mais stable, ce qui facilite les essais technologiques, mais ses gratte-ciels, ses tunnels et sa végétation dense représentent un défi pour la technologie des capteurs. Pour que les véhicules autonomes (VA) deviennent réalité, il faut une convergence des technologies de perception, de navigation, de localisation, d'interprétation et de télématique. Aujourd'hui, malgré de lourds investissements dans l'écosystème, rien n'indique avec certitude quelle voie technologique mènera le plus loin.

- a. La perception se réfère à la capacité du VA de percevoir de manière dynamique la complexité de son environnement. Les VA possèdent généralement un ensemble de capteurs, un logiciel combinant les données qu'ils produisent, et un autre logiciel qui analyse ces informations pour permettre au véhicule de percevoir les différents environnements et d'en tirer du sens.
- b. La navigation et la localisation travaillent en tandem pour guider un robot d'un point à un autre. La précision de la navigation est celle avec laquelle le véhicule se déplace d'un point à un autre. La précision de la localisation est celle avec laquelle le véhicule se situe sur une carte. C'est la localisation qui présente les plus grandes difficultés.
- c. L'interprétation consiste à comprendre les nombreuses données continuellement collectées par les capteurs du VA et à leur donner du sens. Les VA doivent apprendre de leur environnement afin de décider la suite

de leurs actions avec peu ou aucune intervention humaine. L'intelligence artificielle joue un rôle crucial dans ce processus.

- d. La télématique combine la communication sans fil, la gestion des informations et le calcul embarqué pour permettre l'échange d'informations. Elle permet au VA d'actualiser en permanence l'état de son environnement. Les systèmes proposés supposent en particulier que chaque VA se connectera à la fois aux autres et à l'environnement. Différentes technologies de communication seraient utilisées pour communiquer avec le conducteur, avec d'autres voitures sur la route (V2V, de véhicule à véhicule), avec l'infrastructure de la route (V2I, de véhicule à l'infrastructure), et avec le « nuage ».

## L'EMPLOI MENACÉ ?

En termes de coûts sociétaux, il existe un risque que certains emplois (par exemple de chauffeur de taxi, de conducteur de bus, de préposé au stationnement, de voiturier) disparaissent ou soient restructurés avec la généralisation des véhicules autonomes. De plus, le revenu collecté par le gouvernement au moyen des taxes routières, des stationnements payants et des amendes pour excès de vitesse pourrait être affecté, ainsi que les coûts de gestion des incidents. Les responsables politiques ont commencé à examiner comment les personnes dont le métier sera affecté pourront être redéployées ou formées, et à revoir les mécanismes de collecte de revenu.

Les plans répondant spécifiquement aux pertes d'emploi liées aux véhicules autonomes sont actuellement peu nombreux, en partie parce que le ministère des transports estime que l'adoption complète des VA ne se produira pas avant 10 à 15 ans<sup>1</sup>. La gestion du déplacement des emplois demande par conséquent une approche plus globale, vis-à-vis d'une croissance faible et d'une économie des services qui se numérise rapidement. L'initiative SkillsFuture à large spectre annoncée par le gouvernement vise à fournir différents types de formation aux Singapouriens afin qu'ils acquièrent les compétences requises par les employeurs. Comme l'indique le site web consacré, quel que soit « votre situation personnelle – étudiant, employé depuis peu ou plus longtemps, ou en fin de carrière –, vous trouverez diverses ressources pour vous aider à maîtriser de nouvelles compétences ». Au-delà de la formation des citoyens, le gouvernement assiste activement les entreprises dans la numérisation de leurs opérations, afin d'améliorer la productivité et donc mieux développer les activités et favoriser les recrutements. L'initiative iSprint annoncée depuis 2010 a aidé 8 000 PME à améliorer leur activité commerciale au moyen d'innovations technologiques.

Plus récemment, le gouvernement a engagé 100 millions de dollars dans la Global Innovation Alliance, un plan d'aide aux Singapouriens pour acquérir des compétences permettant de mieux trouver du travail à l'étranger, et l'initiative SkillsFuture Leadership Development, qui propose aux Singapouriens des formations spécialisées pour mieux atteindre les postes de management dans les entreprises. Le gouvernement a aussi accepté les recommandations du comité de l'économie future, de se concentrer sur l'aide aux citoyens à mieux acquérir des « compétences profondes ». Le gouvernement favorise ainsi l'adéquation entre compétences et emploi. La création de l'accélérateur de compétences techniques (TeSA) de l'IMDA (Info-communications Media Development Authority) et une banque nationale des emplois visent tous deux à créer de meilleures opportunités d'emploi pour les Singapouriens.

## EN AVANT

Dans son aventure dans le monde des véhicules autonomes, Singapour ne manquera pas de jouer ses atouts : les conditions climatiques, les compétences, une infrastructure moderne, une administration efficace. En tant que pionnière, elle a fait parler d'elle et suscité l'engouement, en particulier avec les essais de nuTonomy dans le district 1-North, premier cas d'essais de véhicules autonomes en conditions urbaines réelles. Cependant, ces privilèges de pionnier pourraient bientôt être confrontés à des réalités critiques telles que l'incertitude liée aux solutions technologiques, la concurrence des opérateurs de transport traditionnels, ou la perte d'emploi pour les citoyens les plus vulnérables.

Mais contrairement à la plupart des situations à l'étranger, il existe à Singapour une concertation et une coordination entre le gouvernement, les agences de recherche et l'industrie pour faire des véhicules autonomes une réalité. Des partenariats sérieux sont essentiels pour que le véhicule autonome concrétise la vision d'une « nation intelligente », et la petite cité-État semble en bonne voie de faire avancer la technologie. Mais son succès résidera finalement dans la capacité d'adaptation des participants aux besoins variables de l'économie et de la technologie sous-jacente. N'oublions pas que ce sont les citoyens qui adopteront réellement le véhicule autonome : ils ont besoin d'être habilement secondés pour dissiper les peurs et embrasser totalement cette technologie révolutionnaire.

**“DES PARTENARIATS APPROFONDIS SONT ESSENTIELS POUR QUE LES VÉHICULES INTELLIGENTS ACTUALISENT LA VISION D'UNE SMART NATION, ET LA PETITE CITÉ-ÉTAT SEMBLE ÊTRE SUR LA BONNE VOIE POUR FAIRE AVANCER CETTE TECHNOLOGIE. TOUTEFOIS, SA RÉUSSITE DÉPENDRA PRINCIPALEMENT DE LA CAPACITÉ DE SES PARTIES PRENANTES À S'ADAPTER AUX ÉVOLUTIONS PERMANENTES DE L'ÉCONOMIE ET DE LA TECHNOLOGIE SOUS-JACENTE, SANS OUBLIER QUE LES VÉRITABLES UTILISATEURS DU VÉHICULE AUTONOME SERONT SES CITOYENS, QUI DEVRONT ÊTRE CORRECTEMENT RESPONSABILISÉS ET RASSURÉS AU MOMENT D'ADOPTER CETTE TECHNOLOGIE RÉVOLUTIONNAIRE.”**

<sup>1</sup> <https://www.imda.gov.sg/infocomm-and-media-news/whats-trending/2017/2/driverless-cars-picking-up-speed-in-singapore>