

Les véhicules autonomes en Chine

Comparaison avec la France, l'Europe et les États-Unis

Jincheng Ni et Hervé de Tréglodé



FRANCE STRATÉGIE
ÉVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.



FRANCE STRATÉGIE

ÉVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.

Les véhicules autonomes en Chine

**Comparaison avec la France,
l'Europe et les États-Unis**

Document de travail

Jincheng Ni et Hervé de Tréglodé

Juillet 2024

Table des matières

Résumé	7
Synthèse	9
Introduction	19
Chapitre 1 – Le progrès des technologies permet désormais l'autonomie de conduite	21
1. Le véhicule autonome, de quoi parle-t-on ?	21
2. Intelligence artificielle et autonomie de conduite grandissent comme des sœurs jumelles.....	22
3. Les diverses technologies permettant l'autonomie de conduite progressent constamment.....	23
Chapitre 2 – Le véhicule intelligent, autonome, décarboné et partagé devrait transformer profondément la mobilité	27
1. Le transport intelligent pourrait avoir des effets socioéconomiques et environnementaux très favorables.....	27
2. Le déploiement des voitures autonomes et partagées devrait diminuer le nombre des voitures particulières, mais pourrait augmenter les trafics routiers en l'absence de précautions	28
3. Un développement conjoint des voitures autonomes et des transports publics, comme en Chine, pourrait permettre de contracter les trafics.....	31
4. Le déploiement des voitures autonomes devrait permettre la mobilité inclusive	33
5. Le déploiement des voitures autonomes devrait améliorer de beaucoup la sécurité routière.....	33
6. Les effets globaux sur l'emploi restent difficiles à estimer	34
7. Le déploiement des poids lourds autonomes devrait diminuer le nombre des véhicules et les dépenses des entreprises de transport routier, mais pourrait augmenter les trafics	34
8. Les véhicules autonomes devraient avoir un impact globalement positif pour l'environnement si les trafics sont bien maîtrisés.....	35

9. L'autonomie de conduite, qui reste un pari, permettra-t-elle un jour une *mobilité idéale* comme les Chinois l'espèrent ?..... 37

Chapitre 3 – En Chine, la politique en faveur de la conduite autonome est très ambitieuse..... 39

1. La Chine est convaincue que les véhicules autonomes de niveau 4 vont vite améliorer la vie économique et sociale des citoyens 39
2. L'ambitieuse politique de la Chine en faveur de l'ICV et du véhicule autonome..... 41
3. La Stratégie du 20 février 2020 sur les véhicules autonomes vise à bâtir vite un puissant écosystème industriel..... 42

Chapitre 4 – Recherche, développement et déploiement : l'industrie chinoise de la conduite autonome progresse très vite..... 45

1. La Chine s'appuie sur un vaste et puissant réseau de zones d'essai et d'instituts de recherche 45
2. Les entreprises déployant des véhicules autonomes au niveau 4 sont de plus en plus nombreuses et performantes..... 46
3. Des expérimentations et déploiements commerciaux se font quotidiennement dans les rues de nombreuses villes chinoises..... 56
4. Les services commerciaux de véhicules au niveau 4 ont commencé aussi pour les droïdes de livraison ou les nettoyeurs de rue..... 59
5. La Chine du véhicule autonome tire son dynamisme d'un vaste écosystème économique, déjà fort d'au moins 6 000 entreprises 60

Chapitre 5 – La Chine et les États-Unis font la course en tête, loin devant l'Europe..... 61

1. États-Unis et Europe mettent peu l'accent sur le lien entre décarbonation des transports et déploiement du véhicule autonome..... 61
2. La Chine et les États-Unis devancent nettement l'Europe dans la compétition 62
3. Avec l'appui de l'État, la France se consacre plus exclusivement au transport collectif que la Chine et les États-Unis 63
4. Renault et Stellantis ont temporairement renoncé à leurs ambitions quant aux véhicules de niveau 4 66
5. Le moindre investissement de la France fait écho à son retard en matière de robotisation industrielle et d'intelligence artificielle 67

6. Spécialité européenne, les navettes autonomes pour voyageurs ressemblent à des transports routiers guidés (TRG).....	68
7. L'association Atec ITS France entend privilégier l'autonomie de conduite dans le transport collectif.....	70
8. Plusieurs pays s'intéressent aux véhicules autonomes pour desservir les territoires périphériques ou ruraux	71
9. L'Union européenne apporte son soutien à la R & D sur la conduite autonome, en travaillant notamment avec la Chine et les États-Unis.....	72
10. Les grands constructeurs allemands se concentrent sur le niveau 3, seule Volkswagen continuant de travailler sur le niveau 4	73
11. Pour les véhicules autonomes au niveau 4, la réglementation est plus sévère en France et en Europe qu'en Chine et aux États-Unis	73
12. Confirmation lors des visites en Chine de VINCI et VEDECOM en décembre 2023	78

Chapitre 6 – Le plus souvent américaines et chinoises, les entreprises pionnières se toisent en Californie

81

1. La révolution du véhicule autonome a bien commencé aux États-Unis, malgré les récents déboires de Cruise.....	81
2. Les déboires de Cruise à San Francisco ont terni l'image des robotaxis aux États-Unis, sans freiner l'élan général	85
3. Selon Waymo, la voiture autonome de niveau 4 réduirait les accidents avec blessures de 85 % par rapport à la conduite humaine.....	86

Chapitre 7 – La France et l'Europe doivent chercher de nouveaux ressorts pour se hisser vers les meilleurs.....

89

1. Les investissements et les brevets sont incomparablement moins nombreux en France et en Europe qu'en Chine et aux États-Unis.....	89
2. Le véhicule autonome de niveau 4 reste un pari trop risqué pour l'Europe.....	90
3. L'Europe doit-elle renforcer sa coopération avec les Américains et les Chinois ou se protéger de leurs entreprises ?	91

Recommandations pour que la France et l'Europe rattrapent leur retard sur la Chine et les États-Unis.....

95

ANNEXES

Annexe 1 – Personnes rencontrées au cours de la mission.....	99
Annexe 2 – Réglementation de la Californie.....	101
Annexe 3 – Réglementation de Shenzhen.....	105
Annexe 4 – Les véhicules autonomes à Pingshan (Shenzhen)	119
Annexe 5 – Extrait de la réglementation européenne.....	131
Annexe 6 – La mobilité idéale des voyageurs	133
Annexe 7 – Le Guide national sur la sécurité des véhicules autonomes.....	137

Résumé

L'intelligence artificielle a permis un bond en avant dans la conception de véhicules routiers pouvant circuler sans conducteur. Depuis 2012, une centaine de milliards d'euros en recherche et développement ont été investis dans l'autonomie de conduite, presque exclusivement en Chine et aux États-Unis. Les premiers bénéficiaires sont les robotaxis, mais tous les types de véhicules sont concernés : navettes et bus, poids lourds, droïdes de livraison, nettoyeurs de voirie, etc. Aux yeux des investisseurs comme des autorités publiques, les avantages des robotaxis seraient massifs : la mobilité se fait inclusive, accessible aux personnes âgées, handicapées, sans permis et aux habitants des zones peu denses ; la sécurité routière est renforcée ; les coûts du transport sont réduits et l'utilisateur récupère le temps de conduite. La porte s'ouvrirait ainsi à une nette diminution du parc des véhicules, en permettant de rompre avec un modèle fondé sur la propriété. À condition de maîtriser la hausse de la demande de circulation, le déploiement des robotaxis serait donc bénéfique sur les plans économiques, sociaux et environnementaux.

La Chine en est convaincue pour sa part. Elle s'est dotée d'une stratégie ambitieuse, en s'appuyant sur ces atouts maîtres que sont la taille de son marché et la puissance de son écosystème industriel. En septembre 2023, 15 000 kilomètres de routes et de rues étaient ouverts aux essais de véhicules autonomes, qui avaient déjà parcouru 70 millions de kilomètres en dix ans. Mieux, en 2024, des robotaxis et des navettes autonomes sont en exploitation commerciale dans six villes chinoises – et dans quatre villes aux États-Unis, seul concurrent. Sauf accident majeur, l'expansion s'annonce rapide.

L'Europe et la France accusent un net retard en la matière, ayant concentré leurs efforts sur les navettes et les bus autonomes. Ce retard ne pourra être comblé que par la création d'un écosystème complet, ce qui suppose des financements publics et surtout privés. Des coopérations industrielles, entre pays européens mais probablement aussi avec la Chine ou les États-Unis, seront nécessaires – sous peine de s'exposer à une offensive commerciale de ces deux pays. La réglementation peut constituer une barrière temporaire à l'entrée, mais au risque de freiner aussi les entreprises européennes. Elle doit viser un équilibre entre l'enjeu de sécurité routière et la constitution d'un environnement propice aux essais et aux déploiements du véhicule autonome.

Hervé de Tréglodé, ingénieur général des mines honoraire,
conseiller scientifique à France Stratégie

Jincheng Ni, expert senior à France Stratégie

Mots clés : véhicule autonome, intelligence artificielle, écosystème industriel,
mobilité partagée et inclusive

Synthèse

France Stratégie a souhaité conduire une étude prospective sur l'évolution de la mobilité individuelle en Chine, notamment sur le développement de véhicules à la fois connectés, autonomes, partagés, électriques et serviciels. Il s'agissait d'en tirer des recommandations en matière de stratégie économique et industrielle pour l'Union européenne et la France. Cette étude prospective a fait l'objet d'une *Note d'analyse* en mai 2024¹. Le présent document de travail livre l'ensemble des analyses et conclusions, et fournit toutes les données et sources ayant mené à cette première publication.

Le plus souvent, sont retenus ici les niveaux d'autonomie de 0 à 5 selon l'échelle dressée par SAE International, une organisation internationale dédiée à l'ingénierie des véhicules (automobile et aéronautique). Cette échelle est de fait couramment utilisée partout dans le monde. En France, l'article R 311-1 du code de la route définit quant à lui trois niveaux pour les « véhicules à délégation de conduite » : véhicule « partiellement automatisé », « hautement automatisé » et « totalement automatisé ». Par commodité, cette étude se sert souvent de l'adjectif courant « autonome », au lieu de l'adjectif « automatisé » ou de l'expression « véhicule à délégation de conduite », quand même ces deux derniers sont plus précis.

Les niveaux 3, 4 et 5 sont les seuls à pouvoir être véritablement appelés « niveaux d'autonomie ». Aujourd'hui, presque tous les grands constructeurs automobiles dans le monde travaillent au passage du niveau 2 au niveau 3.

Ce document de travail se concentre sur le niveau 4 en Chine, le niveau des véhicules sans conducteur ni personnel de sécurité à bord, en incluant des éléments de comparaison avec les États-Unis et la France.

Il y a deux façons d'obtenir des véhicules de niveau 4 : ou bien en développant directement des véhicules à ce niveau, ou bien en montant progressivement du niveau 2 au niveau 3, puis du niveau 3 au niveau 4. C'est la première voie qui est ici étudiée.

Le progrès des technologies permettant l'autonomie de conduite

L'autonomie de conduite automobile fait l'objet de recherches depuis au moins la Deuxième Guerre mondiale. Mais le parcours est jonché d'obstacles et d'échecs, tant le dessein est ambitieux.

¹ Ni J. et Tréglodé H. de (2024), « Les robotaxis chinois sont-ils l'avenir de la mobilité ? », *La Note d'analyse*, n° 138, France Stratégie, mai.

Vers 2012, la révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond, mais aussi l'engagement de la société américaine Google, ont donné une nouvelle impulsion aux recherches sur les véhicules autonomes. De nombreux entrepreneurs se sont lancés ou relancés dans l'aventure avec enthousiasme. Mais l'optimisme est apparu excessif vers 2016-2018. Tout aussi excessive, une vague de pessimisme s'en est suivie, malgré les incontestables et incessants progrès en matière de capteurs et d'intelligence artificielle.

Les difficultés à surmonter ont conduit l'industrie naissante de la conduite autonome à se scinder en deux. D'un côté, la plupart des grands constructeurs automobiles ont choisi de se concentrer sur l'enrichissement en fonctions d'autonomie de leurs véhicules (notamment pour passer du niveau 2 au niveau 3), en commençant par la catégorie des véhicules dits *premium*. De l'autre côté, soutenues par les plus grandes sociétés de l'industrie numérique, des entreprises pionnières, en Chine et aux États-Unis surtout, se sont attachées à mettre au point des véhicules autonomes au niveau 4, sans conducteur ni agent de sécurité à bord.

Les R & D en conduite autonome demandent beaucoup de ressources financières. Un calcul assez précis a été publié par McKinsey & Company le 14 avril 2021 : cela a représenté 106 milliards de dollars (une centaine de milliards d'euros) entre 2010 et octobre 2020. Par comparaison, en France, toute la filière automobile n'a investi en 2020 qu'un peu plus de 7 milliards d'euros en R & D en tous domaines.

Pour parvenir à l'autonomie de conduite, on distingue en général trois principaux sous-systèmes : perception, planification du mouvement et exécution du mouvement. Les véhicules autonomes nécessitent un ensemble de capteurs (*sensors* en anglais) de types variés. Ces capteurs se chevauchent pour fournir des fonctions redondantes de sauvegarde. L'utilisation de techniques avancées de traitement des données, telles que la fusion des informations provenant simultanément de plusieurs capteurs, améliore la perception de l'environnement. Les données sont transmises et reçues par un système de communication V2X entre le véhicule et l'extérieur.

Les sociétés travaillant à l'autonomie de conduite recourent à des ordinateurs de plus en plus puissants. La course au gigantisme se voit en Chine comme aux États-Unis, pour le niveau 3 comme pour le niveau 4.

Mais reste la difficile question de l'« explicabilité », c'est-à-dire de l'aptitude à comprendre les décisions prises par un algorithme à base d'apprentissage. Plusieurs solutions sont possibles, comme l'association de l'*apprentissage profond* avec des algorithmes symboliques (à base de règles explicites) pour interdire tous les mouvements dangereux : rouler vite près d'un piéton ou d'un vélo, etc. S'agissant des véhicules autonomes, les nombreux travaux en cours sur l'*intelligence artificielle de confiance* sont de grande importance.

Vers une mobilité décarbonée, partagée et autonome

L'Union européenne a commencé de déployer dans ses 27 pays membres des systèmes de transport intelligent (STI). Le déploiement devrait avoir un impact très favorable sur les plans socioéconomiques et environnementaux, d'après l'étude d'impact (*Impact Assessment Support Study*) publiée par la Commission européenne le 14 décembre 2021. Cette étude pourrait même sous-estimer les bénéfices, car elle suppose que l'autonomie de conduite ne prendra son essor qu'en 2040 ou même au-delà.

L'autonomie de conduite apportera des avantages considérables. La plupart des experts en transport estiment que le large déploiement des robotaxis au niveau 4, de la taille d'une voiture actuelle ou plus grands (VTC² jusqu'à neuf places par exemple), diminuera nettement le nombre des voitures particulières. Car ces voitures autonomes partagées, emportant un ou plusieurs voyageurs, offriront une alternative pratique et abordable à la propriété d'une automobile. Emprunter des voitures autonomes partagées coûtera bien moins cher aux voyageurs que de posséder une voiture particulière. Il faut toujours garder à l'esprit que la voiture particulière, si elle n'est pas partagée, est fort peu utilisée : son usage représente seulement environ 4,5 % du temps, et même 2,5 % si l'on ne prend en compte que le temps utile, hors pertes de temps dans les embouteillages ou pour chercher une place de stationnement.

Toutefois, beaucoup redoutent une augmentation du trafic, entraînant plus de congestions, surtout dans les villes où les transports en commun sont moins développés. En effet, le *coût généralisé* diminuerait, notamment parce que la valeur du temps ressenti par les voyageurs libérés de la charge de conduire serait plus faible. Beaucoup craignent que le taux moyen d'occupation en robotaxi soit plus ou moins proche de 0,7 environ, comme on le constate aujourd'hui pour les VTC et taxis, alors qu'il est aujourd'hui de 1,4 environ en voiture particulière en France.

Les études relatives aux effets des voitures autonomes de niveau 4 sur les trafics et les ralentissements donnent donc des résultats encore empreints d'incertitudes. Il est difficile de prévoir les comportements des voyageurs à l'avenir et l'évolution de l'offre de transport public, ferré notamment. Mais de nombreuses études tendent à prouver qu'avec une politique générale des transports bien adaptée à chaque territoire, les avantages environnementaux seront importants.

Si la France et l'Europe craignent les effets de rebond et répugnent encore à faciliter les R & D sur les voitures autonomes (comme les robotaxis), la Chine n'a plus guère d'hésitation. Elle est convaincue que le déploiement des voitures autonomes et partagées diminuera les trafics, car une ambitieuse politique des transports publics l'accompagnera. C'est pourquoi la Chine lie sa politique en faveur du véhicule autonome à la poursuite d'investissements ambitieux en faveur des transports collectifs : trains à grande vitesse, trains intercités, trains régionaux, métros, trams, bus intercités, bus régionaux et bus urbains.

La politique de l'État et des collectivités territoriales en faveur de l'autonomie de conduite en Chine

Pourquoi la Chine accélère-t-elle le développement et le déploiement des véhicules autonomes de niveau 4, malgré les risques économiques et technologiques ? Pour six raisons au moins, selon les autorités chinoises.

- (1) Ces véhicules sont vus comme un levier pour améliorer la qualité de vie, réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et profiter à l'économie, dans un contexte où seule une minorité de la population possède aujourd'hui une voiture. En 2023, le parc chinois de voitures était en effet de 336 millions pour 1,41 milliard d'habitants, soit

² VTC : voiture de transport avec chauffeur.

238 voitures pour 1 000 habitants (contre 609 voitures pour 1 000 habitants pour la France, à titre de comparaison).

- (2) Ils s'inscrivent dans une ambition de leadership technologique de la Chine. Il est prévu que les ventes de voitures autonomes atteindront au moins 600 000 unités en 2025. L'opinion dominante est que la rentabilité des robotaxis est à portée de main.
- (3) Ils amélioreraient la sécurité routière et le confort des déplacements, dans un cadre technique et juridique maîtrisé.
- (4) Ils consolideraient un écosystème industriel déjà riche.
- (5) Ils profiteraient de l'immense marché chinois.
- (6) Ils offriraient de nombreux avantages aux Chinois, friands de nouvelles technologies.

Dans ce contexte, pour le géant Huawei, « les robotaxis offrent un modèle commercial évident pour les entreprises d'autonomie de conduite, et ils constituent un des meilleurs moyens de rentabiliser leur investissement initial. ». Le gouvernement chinois quant à lui entend faire progresser rapidement toute l'industrie des véhicules intelligents et connectés, dit industrie de l'ICV (pour *intelligent and connected vehicles*).

Les objectifs principaux de la politique chinoise à cet égard ont été définis dans la *Draft Strategy for Innovation and Development of ICV* publiée par la National Development and Reform Commission (NDRC) le 5 janvier 2018.

Cette Stratégie de l'ICV de 2018 prévoyait qu'en 2020 la moitié des voitures neuves en vente seraient des véhicules intelligents, que la couverture LTE-V2X dans les grandes villes et sur les autoroutes attendrait 90 %, et que les services de positionnement de haute précision de *Beidou* offriraient une couverture complète. Pour 2025, la Stratégie prévoit que la plupart des voitures neuves soient des véhicules intelligents, que le modèle « homme-véhicule-route-cloud » parvienne à un haut degré de collaboration et d'intégration, que le réseau de communication de nouvelle génération pour les véhicules (5G-V2X) réponde aux besoins du développement des véhicules intelligents. En 2030, les véhicules intelligents fondés sur les normes chinoises doivent avoir acquis une solide réputation dans le monde entier. La Chine entend devenir le leader mondial des véhicules intelligents. Le présent document de travail montre que ces objectifs ne sont pas encore tous atteints, mais le seront sans doute vers 2030.

Onze administrations nationales, parmi lesquelles la puissante National Development and Reform Commission (NDRC), ont publié le 20 février 2020 une Stratégie pour l'innovation et le développement des véhicules intelligents. Texte d'application de la Stratégie de 2018, la Stratégie de 2020 vise à mettre en place, avant 2025, un écosystème complet comprenant les innovations technologiques, les filières industrielles, les infrastructures, les réglementations, les moyens de cybersécurité, le tout afin de permettre le développement et le déploiement des véhicules intelligents. L'objectif est ambitieux : produire à grande échelle, en 2025 au plus tard, des véhicules autonomes dits conditionnels (c'est-à-dire au niveau 3), et des véhicules autonomes de haut niveau (au niveau 4 ou 5). Les villes intelligentes seront équipées de transports intelligents. Et la 5G devra être omniprésente en ville comme sur autoroute, les autres itinéraires étant couverts par la technologie de communication LTE-V2X.

La deuxième phase de la Stratégie de 2020, portant sur la période 2035-2050, est plus vague. Le but est d'achever entièrement l'écosystème des véhicules intelligents avant 2050, en sorte que la Chine devienne une puissance de premier plan dans ce secteur.

L'état d'avancement en Chine des recherches, développements et déploiements

En application des deux Stratégies de 2018 et 2020, les autorités nationales et locales chinoises aident activement à la construction de zones d'essai. En mars 2023, 17 sites d'essai au niveau national étaient ouverts, et plus de 20 sites d'essai étaient soutenus par les gouvernements locaux. Les autorités publiques équiper aussi, à leurs frais, les infrastructures routières dans toutes les zones où se déploient les véhicules autonomes. En mars 2023, plus de 6 000 ensembles d'*unités en bord de route* (*road side units* ou RSU) ont déjà été installés en Chine. Dans de nombreux cas, les villes mettent en œuvre des projets de développement en *intelligence duale*, combinant des systèmes de véhicules intelligents et des villes intelligentes (*smart cities*).

Les autorités chinoises ont aussi institué des centres de R & D, publics ou publics-privés. Au niveau national a été fondé le National Innovation Center of Intelligent and Connected Vehicles (CICV).

Depuis 2018, en lui réservant la bande 5,9 GHz, la Chine a fait le choix de déployer la technologie C-V2X (dite cellulaire), de préférence aux DSRC (*Dedicated Short Range Communications*, appelées souvent Wi-Fi). Elle a pris ainsi de l'avance sur les États-Unis et l'Union européenne. Les applications commerciales ont commencé dès 2019. Les constructeurs automobiles sont de plus en plus nombreux à vendre des véhicules équipés pour les connexions C-V2X, que la Chine entend promouvoir sur tous les grands axes et dans toutes les grandes agglomérations.

En mars 2023, il y avait 128 startups travaillant à faire circuler des véhicules autonomes en Chine. Vers la mi-septembre 2023, le ministère chinois de l'Industrie et des Technologies de l'information comptait 15 000 km de routes et rues ouvertes aux essais de véhicules autonomes, des voitures le plus souvent. 70 millions de véhicules-kilomètres au moins sont en expérimentation. Outre les 17 sites nationaux de démonstration, on comptait 16 villes pilotes, 7 zones nationales de démonstration en réseau et 7 000 km de voies équipées. En octobre 2023, les autorités nationales ont précisé que 1 000 véhicules autonomes dans 100 zones différentes avaient été mis en circulation en Chine dans les douze mois passés. Environ 200 camions sans conducteur ont été mis en service dans plusieurs grands ports : Shanghai, Shenzhen, Tianjin, etc. Les infrastructures routières, dès leur construction, sont désormais équipées de technologies reliées à des plateformes de données, pour faciliter l'autonomie de conduite.

Les zones où circulent les robotaxis en Chine sont loin des hypercentres de ville, là où les circulations sont moins denses. Les robotaxis ne vont et viennent en général qu'entre 7 heures et 23 heures. Ils coûtent souvent entre 500 000 et 600 000 yuans (entre 65 000 et 80 000 euros), mais les prix baissent vite : la société Baidu vient de commander des véhicules équipés de système de conduite autonome à 26 000 euros l'unité, dont les premiers seront

mis en service dès 2024. La plupart des robotaxis ont encore besoin d'agents de sécurité, à bord ou de plus en plus souvent à distance.

Les centres de supervision des entreprises faisant circuler des véhicules autonomes doivent être étroitement reliés aux réseaux des services publics, ce qui permet la pleine association des services publics à la sécurité des transports.

Les lois et règlements encadrant les expérimentations sont souvent préparés et publiés au niveau local. Le cadre juridique le plus complet aujourd'hui est celui de Shenzhen, ville de 18 millions d'habitants située dans la province du Guangdong. L'un des objectifs des autorités est le « double 100 » : avoir 100 bus et 100 taxis sans conducteur dans les rues avant la fin 2023. Mi-2023, la ville de Shenzhen avait ouvert 641 kilomètres de rues pour les essais de véhicules autonomes, au bénéfice de 14 entreprises. Elle projette de faire circuler 1 000 véhicules sans conducteur en 2025. Certainement, Shenzhen verra circuler au moins 1 000 robotaxis dans ses rues en 2025.

En août 2022, la distance cumulée des expérimentations de véhicules autonomes atteignait 2,55 millions de kilomètres à Guangzhou (la ville de Canton).

Shanghai avait ouvert aux expérimentations, en novembre 2023, un total de 1 800 km de routes. En avril 2023, la ville a annoncé que le kilométrage des expérimentations de véhicules intelligents dans la ville était désormais supérieur à 13,27 millions.

Le déploiement commercial des robotaxis a donc vraiment commencé en Chine, quoique sous des « domaines de conception fonctionnelle » (*Operational Design Domains, ODD*) plus ou moins restreints.

Selon la société londonienne BloombergNEF (BNEF), il devrait y avoir en Chine en 2030 quelque 12 millions de robotaxis, contre 7 millions aux États-Unis. Selon la société américaine d'information économique IHS Markit, le chiffre d'affaires des robotaxis en Chine s'élèverait alors à 1 300 milliards de yuans (environ 170 milliards d'euros), ce qui représenterait 60 % du chiffre d'affaires des taxis et VTC.

Comme aux États-Unis, les premiers services de robotaxis en Chine se heurtent à la question de la rentabilité, tant les investissements de recherche et développement sont lourds. Le tarif des taxis y est beaucoup plus bas qu'aux États-Unis et en Europe, ce qui rend plus ardue la valorisation économique. C'est la raison pour laquelle de nombreux constructeurs travaillent en parallèle sur les véhicules autonomes en emprises fermées à la circulation publique (ports, aéroports, usines, etc.) et sur les droïdes de livraison ou de distribution. Des entreprises chinoises commencent aussi à exploiter ou à vendre des véhicules autonomes pour le nettoyage des rues. Néanmoins, Baidu (Apollo) assure que sa flotte de 1 000 robotaxis à Wuhan en 2025 lui apportera pour la première fois un bénéfice net.

Selon la plateforme chinoise de données Qichacha, en août 2022, le nombre d'entreprises travaillant à l'autonomie de conduite se montait à 5 682. Ce nombre est supérieur à 6 000 au début de 2024.

Pendant ce temps aux États-Unis et en Europe

Au contraire de la Chine, les États-Unis et l'Europe mettent peu l'accent sur le fait que le déploiement des véhicules autonomes peut accélérer la décarbonation des transports. Pourtant, grâce à des services autonomes et partagés, singulièrement avec des robotaxis de niveau 4 (sans conducteur ni personnel de sécurité à bord), on assistera à une réduction considérable des parcs automobiles et des besoins de places de stationnement. Selon certains auteurs, le nombre des voitures diminuerait d'un tiers, voire de moitié.

La Chine et les États-Unis sont lancés dans une course de vitesse, chacun voulant être le premier à déployer à grande échelle l'autonomie de conduite au niveau 4.

Dans le cadre de sa « Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée », mise à jour en janvier 2023, la France souhaite en revanche privilégier, entre 2022 et 2025, « le déploiement de services de transports collectifs automatisés et connectés avec les modèles économiques associés » : la cible en 2030 est d'avoir « de 100 à 500 services de transports de voyageurs automatisés, sans opérateur à bord ». Pour le transport des voyageurs, le gouvernement français n'entend pas favoriser le déploiement de robotaxis, contrairement aux autorités chinoises et américaines.

Dans le cadre du plan de relance « France 2030 », un fort soutien public a été apporté à de nombreux projets de R & D en faveur des navettes et des bus. Depuis 2015, on compte un peu plus de 150 projets. Il y a eu environ un million de kilomètres d'essais et expérimentations en France entre 2015 et 2023. Même si le kilométrage n'est pas le seul critère, c'est peu par rapport à la Californie, qui affichait 10 millions de kilomètres pour la seule année 2022. Waymo de son côté a déjà fait, en mode autonome, plus de 20 millions de milles (plus de 32 millions de km) en expérimentation sur route, et plus de 50 milliards de milles (plus de 80 milliards de km) en simulation.

Tournant le dos aux espoirs nourris en Chine et aux États-Unis, Renault et Stellantis ont renoncé, au moins temporairement, à leurs ambitions quant aux véhicules de niveau 4 ou 5. Selon Renault, si des taxis autonomes peuvent faire économiser une importante masse salariale aux entreprises, il ne semble pas y avoir de débouché pour les particuliers. Pour Stellantis, les véhicules autonomes s'adressent davantage à des flottes d'entreprise qu'à des particuliers. Renault et Stellantis veulent concentrer tous les efforts sur la transition électrique et sur l'équipement des véhicules au niveau 2. Pour les deux grands constructeurs français, le seul marché à rechercher *actuellement* pour le niveau 4 est celui des transports collectifs, en particulier avec des navettes autonomes.

Spécialité européenne plus que chinoise, souvent en lent développement ou en déclin, les navettes autonomes pour voyageurs ressemblent encore beaucoup à des transports routiers guidés (TRG). Les navettes autonomes en expérimentation ou en usage sont encore loin d'avoir les capacités d'autonomie des robotaxis.

Bien des pays européens continuent néanmoins de concentrer leurs espoirs sur les navettes ou les minibus autonomes, la France en premier lieu. Mais le développement est difficile. Plusieurs entreprises ont jeté l'éponge. Singapour, après s'être beaucoup intéressé aux navettes autonomes pour le rabattement sur les gares des réseaux principaux de transport en commun, a décidé de lever le pied. Selon le fondateur de la société française EasyMile, « il y

a de bonnes raisons techniques de penser qu'il n'y aura pas de marché scalable sur le transport de personnes en navette autonome avant 2026 voire 2027 » (interview à *La Tribune* le 7 février 2023). Des sociétés de navettes autonomes s'efforcent néanmoins de surmonter les difficultés qu'affronte cette industrie, de nouveaux entrants font même leur apparition.

N'ayant pas signé la Convention de Vienne du 8 novembre 1968 sur la circulation routière, mais seulement la Convention de Genève sur la circulation routière du 19 septembre 1949, la Chine et les États-Unis jouissent d'une plus grande liberté que les pays européens pour prescrire les mesures sur les conditions de circulation et les caractéristiques techniques des véhicules autonomes. Ces deux pays ont choisi depuis toujours le cadre juridique de l'auto-certification, bien différent de celui de la réception par type retenu par l'Union européenne ou le Japon. Pour faire simple, disons que dans le premier cas, la responsabilité de la sécurité incombe principalement à celui qui construit ou qui exploite le véhicule autonome, les autorités publiques assurant un contrôle après coup ; dans le second cas, l'entière prescription incombe aux autorités publiques.

En matière de droit, une autre différence par rapport à la France tient au rôle principal qui est dévolu aux autorités locales, États aux États-Unis, provinces et grandes villes en Chine. Pour la Chine, c'est le cas notamment des 19 plus grandes villes classées « *first-tier cities* » et « *new first-tier cities* ». Aux États-Unis, le niveau fédéral peine encore à fixer des orientations nationales s'imposant aux États.

La France et l'Allemagne sont les deux principaux pays ayant défini un cadre juridique englobant presque toute la réglementation européenne. En France, plusieurs actes importants ont ainsi été publiés en 2021 et 2022. Le décret n° 2021-873 du 29 juin 2021 définit les trois catégories de « véhicule à délégation de conduite » (partiellement automatisé, hautement automatisé et totalement automatisé), mais se concentre ensuite sur les systèmes de transport routier automatisés (STRA) pour des bus, minibus ou navettes, pour les raisons présentées précédemment.

Le point le plus important de la réglementation française et européenne est la démonstration de sécurité. En Europe, la démonstration de sécurité des transports automatisés exige une approche par les scénarios de conduite, pour la construction desquelles le ministère français chargé des Transports a publié un rapport le 8 février 2022. En France et en Europe, l'autorisation de mise en service, notamment la démonstration de sécurité, exige une procédure préalable qui est exigeante.

Il est bien sûr plus facile aux entreprises européennes cherchant à développer des véhicules autonomes de se tourner vers des activités en emprises industrielles, portuaires ou aéroportuaires en dehors des bâtiments, dans le cadre juridique bien moins stricte de la directive européenne relative aux machines du 17 mai 2006. Les CAPEX sont élevés, certes, mais ces matériels autonomes économisent du personnel difficile à recruter, et ils peuvent être utilisés bien plus intensément de jour comme de nuit.

Comme les États-Unis, la Chine s'en remet encore largement aux démonstrations de sécurité définies par les entreprises qui projettent essais, démonstrations et déploiements sur route. Néanmoins, des règles nationales ou internationales y sont sans cesse recherchées et débattues. Le Guide national que le ministère chinois chargé de l'Industrie a publié le 21 novembre 2023 représente une avancée d'importance. La Chine recourt, d'autre part, de

plus en plus souvent aux normes ISO, tandis que les autorités nationales s'attachent en parallèle à préparer et à publier au plus vite leurs propres normes.

S'agissant de la sécurité des robotaxis en circulation, sans agent de sécurité à bord, une analyse de la société américaine Waymo, achevée en décembre 2023, conclut que, par rapport aux voitures à conduite manuelle, le nombre des accidents avec tués ou blessés est sept fois inférieur là où Waymo a déployé sa flotte autonome. L'entreprise chinoise Baidu met en avant des performances encore meilleures, affirmant en 2024 que ses robotaxis sont dix fois plus sûrs qu'un véhicule à conduite manuelle. La sécurité des robotaxis, qui roulent souvent à 50 ou 60 km/h, serait ainsi maintenant voisine de celle des transports collectifs sur route.

Enseignements pour la France et l'Europe

Par rapport à la Chine et aux États-Unis, en ce qui concerne le niveau 4 sans conducteur, les dépenses publiques et privées en R & D sont bien inférieures en France et en Europe. Ici, on parle en dizaines ou – rarement – en centaines de millions d'euros ; là, on parle en milliards d'euros. Ici, l'écosystème industriel est limité, fragile ou inexistant ; là, il s'appuie sur de nombreuses entreprises dans toute la chaîne de valeur, et sur les géants de l'industrie automobile et de la technologie numérique. Ici, le kilométrage des expérimentations et des simulations est faible ; là, il est des centaines de fois plus importants. Le nombre des entreprises travaillant d'une manière ou d'une autre aux véhicules autonomes est très important en Chine et aux États-Unis ; il est incomparablement plus faible en France et en Europe.

Les choix effectués sont très différents. En Chine, on développe l'autonomie de conduite en autorisant la circulation des véhicules autonomes dans des aires urbaines de plus en plus étendues et préalablement équipées d'appareils connectés V2I (*Vehicle-to-Infrastructure*) qui augmentent la sécurité des transports. En outre, les autorités des villes ou des districts collaborent étroitement aux déploiements et aux contrôles, en se comportant comme des partenaires à part entière. Enfin, la politique chinoise ne donne pas la préférence aux véhicules collectifs sur un itinéraire défini à l'avance ; les robotaxis concentrent les investissements les plus massifs.

Comme pour tout grand projet d'innovation, le véhicule autonome de niveau 4 sur rue ou route ouverte reste un pari. C'est un pari onéreux, que ne relèvent actuellement que deux pays possédant des sociétés technologiques puissantes : GAFAM aux États-Unis, BATX en Chine. Et aussi de puissants fonds d'investissements. Des robotaxis et des bus autonomes sont déjà en exploitation commerciale dans plusieurs villes de Chine et des États-Unis, certes sous une étroite supervision à distance. Si le chiffre d'affaires des sociétés exploitantes est encore incommensurablement plus petit que le montant annuel des investissements de R & D, la plupart sont convaincues que les coûts de la conduite autonome vont considérablement et rapidement diminuer.

De leur côté, beaucoup d'acteurs en Europe restent sceptiques s'agissant du niveau 4, avançant plusieurs arguments. En premier lieu, les véhicules sont très chers : navettes françaises à 250 000 ou 300 000 euros l'unité, minibus français à 350 000 ou 450 000 euros l'unité, Jaguar I-Pace de Waymo à 150 000 dollars américains ou un peu moins. Les lidars

restent aussi onéreux. En outre, la réglementation française et européenne est très contraignante quant au transport des voyageurs. Les investissements sont très lourds. L'équilibre économique paraît à beaucoup impossible avant longtemps. L'acceptabilité sociale est loin d'être assurée en Europe.

La Chine et les États-Unis, qui ont fait le choix d'aller résolument de l'avant, dominent largement le champ du véhicule autonome de niveau 4. Aussi la coopération avec ces deux pays pourrait-elle apporter à la France et à l'Europe de nombreux avantages, et peu d'inconvénients. Les entreprises chinoises concevant des véhicules autonomes de niveau 4 sont intéressées par des formes de coopération avec la France, soit pour y déployer des services autonomes (comme les sociétés chinoises CRRC ou WeRide), soit pour en déployer en Chine. Il en est de même des sociétés américaines, à l'instar de Mobileye.

Recommandations pour la France et l'Europe

Recommandation n° 1 – Il conviendrait de favoriser la construction d'un écosystème complet pour porter la filière industrielle du véhicule autonome de niveau 4, en visant l'objectif de rattraper la Chine et les États-Unis d'ici 2030.

Recommandation n° 2 – Il serait souhaitable de faire profiter la filière française du véhicule autonome au niveau 4 d'une part significative des ressources prévues dans la Stratégie nationale pour l'intelligence artificielle.

Recommandation n° 3 – Le cadre réglementaire pourrait être ajusté en visant un équilibre entre l'enjeu de sécurité routière et la constitution d'un environnement propice aux essais et aux déploiements du véhicule autonome.

Recommandation n° 4 – À condition bien sûr de protéger les savoir-faire critiques et la propriété industrielle des entreprises et des instituts nationaux, des coopérations industrielles, entre pays européens mais aussi avec la Chine ou les États-Unis, devraient être encouragées.

Introduction

France Stratégie a souhaité conduire une étude prospective sur l'évolution de la mobilité individuelle en Chine, notamment sur le développement de véhicules à la fois connectés, autonomes, partagés, électriques et serviciels. Il s'agissait d'en tirer des recommandations en matière de stratégie économique et industrielle pour l'Union européenne et la France.

Le plus souvent, sont retenus ici les niveaux d'autonomie de 0 à 5 selon l'échelle dressée par SAE International, une organisation internationale dédiée à l'ingénierie des véhicules (automobile et aéronautique), dont le siège est aux États-Unis et qui rassemble quelque 80 000 membres en provenance de 97 pays. Cette échelle est en effet couramment utilisée partout dans le monde. En France, l'article R 311-1 du code de la route définit quant à lui trois niveaux pour les « véhicules à délégation de conduite » : « partiellement automatisé », « hautement automatisé » et « totalement automatisé ». Par commodité, on utilisera souvent ici l'adjectif courant « autonome », au lieu de « automatisé » ou « véhicule à délégation de conduite », quand même ces deux derniers sont meilleurs.

Les niveaux 3, 4 et 5 sont les seuls à pouvoir être véritablement appelés « niveaux d'autonomie ».

Presque tous les grands constructeurs d'automobiles dans le monde travaillent au passage du niveau 2 au niveau 3. Les premières applications au niveau 3 ont commencé : S-Class et EQS Sedan de Mercedes-Benz sur autoroute aux États-Unis à moins de 60 km/h, Honda Legend au Japon. Mais le niveau 3 n'entraînera pas de changements sociétaux – avec des flottes de véhicules partagés et des économies d'espace public et d'actifs automobiles –, comme pourra le faire le niveau 4. Quant au niveau 5, celui de l'automatisation complète, on considère qu'il ne sera pas accessible avant longtemps. Le niveau 5 est-il d'ailleurs vraiment utile... ?

La présente étude se concentre donc sur le niveau 4, le niveau des véhicules sans conducteur ni personnel de sécurité à bord.

Il est deux façons d'obtenir des véhicules de niveau 4 : soit en développant directement des véhicules à ce niveau, ce qui sera au cœur de notre étude, soit en montant progressivement du niveau 2 au niveau 3, puis du niveau 3 au niveau 4. Les deux approches sont exposées notamment dans le livre d'Alex Davies intitulé *Driven*³. La [préface de l'édition chinoise](#), rédigée par Gansha Wu, fondateur de la société UISEE, constitue un résumé passionnant des combats menés par les pionniers de la conduite autonome et expose clairement cette double approche du niveau 4.

³ Davis A. (2021), *Driven. The Race to Create the Autonomous Car*, Simon Schuster.

La présente étude s'attache à montrer ce qui se fait en Chine au niveau 4. Elle compare aussi l'état des recherches, développements et déploiements dans ce pays avec ce qui se fait en Europe et aux États-Unis. Mais la situation en Europe et aux États-Unis ne sera pas exposée en détail, car ce n'est pas le but de cette étude.

Actuellement, la presque totalité des véhicules autonomes sont à batterie. Certes, la société américaine Waymo a longtemps utilisé aux États-Unis des voitures hybrides, des Chrysler Pacifica. Mais en 2022 et 2023, pour ses véhicules de niveau 4, elle a décidé [de passer aux Jaguar I-Pace](#), voitures électriques à batterie, et bientôt à [la voiture du futur conçue avec l'entreprise chinoise Geely](#), la Zeekr M-Vision. L'État de Californie, où Waymo déploie ses plus grandes flottes de robotaxis, [a décidé en 2021](#) que plus aucun véhicule autonome ne devrait émettre de gaz à effet de serre après 2030.

Le présent document de travail fera voir souvent l'état des techniques pour le transport des voyageurs. Pour d'évidentes raisons de sécurité routière, ce domaine est plus difficile à explorer et à exploiter que celui de la logistique. Mais la livraison autonome du dernier kilomètre, en particulier, progresse vite. De nombreuses sociétés travaillent à mettre au point des droïdes de livraison sur trottoir ou sur route : le français [TwinswHeel](#), l'estonien [Starship Technologies](#), les américains [Kiwibot](#) et [Serve Robotics](#), plusieurs sociétés chinoises, etc.

Comme d'autres pays, la Chine travaille aussi à l'autonomie de conduite des trains (par exemple des trains à grande vitesse), des trolleybus et des tramways sur voie ferrée ou routière. Ainsi, [entre Beijing et Zhangjiakou \(province du Hebei\)](#), la Chine a-t-elle mis en service des trains à grande vitesse à des niveaux d'autonomie assez hauts. Elle étudie aussi des tramways sur pneumatiques à haut niveau d'autonomie, comme [l'Autonomous Rapid Transit \(ART\)](#) développé par la société chinoise CRRC. Mais l'autonomie des trains, des tramways et des trolleybus relève de technologies souvent bien différentes : elle ne sera pas traitée dans le présent document de travail.

Après avoir présenté l'état des technologies qui ouvrent la voie à la conduite autonome, et les avantages attendus de la conduite autonome, on expose l'état des recherches, des essais et des déploiements en Chine. Cet état est ensuite comparé, sur les aspects les plus utiles, à la situation aux États-Unis et en Europe (singulièrement en France).

Chapitre 1

Le progrès des technologies permet désormais l'autonomie de conduite

1. Le véhicule autonome, de quoi parle-t-on ?

L'autonomie de conduite se réfère habituellement aux six niveaux (de 0 à 5) définis par SAE International, une organisation internationale dédiée à l'ingénierie des véhicules (automobile et aéronautique). Le tableau ci-dessous reprend celui dressé par l'Office fédéral des routes en Suisse pour décrire ces six niveaux.

Tableau 1 – Les six niveaux d'autonomie du véhicule selon SAE International

NIVEAU 0	NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	NIVEAU 4	NIVEAU 5
Absence d'automatisation	Assistance à la conduite	Automatisation partielle	Automatisation conditionnelle	Automatisation élevée	Automatisation complète
Le conducteur assure le guidage longitudinal et le guidage transversal en permanence.	Le conducteur assure soit le guidage longitudinal, soit le guidage transversal.	Le conducteur doit surveiller le système en permanence et pouvoir reprendre les commandes en tout temps.	Le conducteur n'est plus tenu de surveiller le système en permanence, mais il doit être potentiellement capable d'en reprendre le contrôle sur demande.	Dans des conditions d'utilisation spécifiques*, le véhicule n'a plus besoin de conducteur.	Du départ à l'arrivée, le véhicule n'a plus besoin de conducteur.
Le véhicule comporte seulement des systèmes d'alerte ou d'urgence.	Le système prend en charge le guidage restant.	Le système assure le guidage longitudinal et le guidage transversal pendant un certain temps, dans des conditions d'utilisation spécifiques*.	Le système assure le guidage longitudinal et le guidage transversal pendant un certain temps, dans des conditions d'utilisation spécifiques*.	Le système est capable de maîtriser automatiquement toutes les situations dans des conditions d'utilisation spécifiques*.	Le système prend en charge toutes les tâches de conduite.

Conducteur Degré d'automatisation de la tâche

* Les conditions d'utilisation englobent notamment le type de route, les vitesses admises et les conditions environnementales.

Source : OFROU (Office fédéral des routes de Suisse)

Seuls les niveaux 3, 4 et 5 peuvent être véritablement appelés « niveaux d'autonomie ». Cette échelle est couramment utilisée partout dans le monde. En France, l'article R 311-1 du Code de la route a retenu une classification un peu différente pour les trois niveaux d'autonomie véritable du « véhicule à délégation de conduite » : « véhicule partiellement automatisé », « véhicule hautement automatisé » et « véhicule totalement automatisé ». C'est aussi la définition de

l'Union européenne, en conformité avec les amendements à la Convention de Vienne de 1968. La Chine a fait de même. Pour la même raison de commodité, on utilisera souvent ici l'adjectif courant *autonome*, au lieu de l'adjectif *automatisé* ou de l'expression *véhicule à délégation de conduite*, quand même ces deux derniers sont meilleurs.

Presque tous les grands constructeurs automobiles travaillent au passage du niveau 2 au niveau 3. Le niveau 3 permet au conducteur, par exemple, de travailler sur son smartphone, mais il doit rester vigilant au cas où le système lui demanderait de reprendre le volant. Le niveau 4 est sans conducteur, mais dans un domaine délimité par avance : une ligne de transport guidé, un quartier de ville, une section d'autoroute, à certaines heures ou non, etc. Inaccessible avant longtemps, guère utile pour le moment de toute façon, le niveau 5 permettrait à un véhicule de circuler sans conducteur dans n'importe quel environnement même inconnu.

La présente étude se concentre sur le niveau 4 en Chine, le niveau des véhicules sans conducteur ni personnel de sécurité à bord. Comparaison sera faite avec les États-Unis et la France.

Il est deux façons de concevoir des véhicules au niveau 4 : soit en développant directement des véhicules à ce niveau, soit en montant progressivement du niveau 2 au niveau 3, puis du niveau 3 au niveau 4. C'est la première façon qui a été ici étudiée.

2. Intelligence artificielle et autonomie de conduite grandissent comme des sœurs jumelles

L'autonomie de conduite automobile est l'objet de recherches depuis longtemps, depuis au moins le lendemain de la Deuxième Guerre mondiale. Le parcours est jonché d'échecs. Car le dessein est extrêmement ambitieux, tant les dangers sont nombreux et divers sur la route.

Vers 2012, la « révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond », pour reprendre le sous-titre du livre de Yann Le Cun⁴, a donné une nouvelle impulsion aux recherches sur les véhicules autonomes. C'est en effet en 2012 que le professeur Geoffrey E. Hinton a fait sensation en montrant que l'*apprentissage profond* était supérieur aux algorithmes de reconnaissance d'images. L'engagement de la société Google (devenue Alphabet) a été le second facteur de mobilisation. De nombreux entrepreneurs se sont lancés ou relancés dans l'aventure avec enthousiasme. Mais l'optimisme est apparu excessif, lorsque deux accidents mortels aux États-Unis ont frappé les esprits : le premier, en Floride en mai 2016, causé par une voiture semi-autonome de la société Tesla ; le second, en Arizona en mars 2018, par une voiture semi-autonome d'Uber. Tout aussi excessive, une vague de pessimisme s'en est suivie, malgré les incontestables et incessants progrès en matière de capteurs et d'intelligence artificielle appliqués à la conduite autonome.

Les difficultés à surmonter ont conduit l'industrie naissante de la conduite autonome à se scinder en deux. D'un côté, la plupart des grands constructeurs automobiles ont choisi de se concentrer sur l'enrichissement en fonctions d'autonomie de leurs véhicules (notamment pour

⁴ Le Cun Y. (2019), *Quand la machine apprend. La révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*, Paris, Odile Jacob.

passer du niveau 2 de l'échelle de SAE International au niveau 3), en commençant par la catégorie des véhicules dits *premium*. De l'autre côté, souvent soutenues par les plus grandes sociétés de l'industrie numérique, des entreprises pionnières, en Chine et aux États-Unis surtout, se sont attachées à mettre au point des véhicules autonomes de niveau 4, sans conducteur ni personnel de sécurité à bord.

La R & D en conduite autonome demande de grandes ressources financières. Des dizaines de milliards d'euros ont déjà été dépensés depuis 2012 dans le monde. On a parlé de [75 milliards de dollars](#), voire de [160 milliards de dollars](#). Un calcul plus précis a été publié par [McKinsey & Company](#) le 14 avril 2021 : **106 milliards de dollars entre 2010 et octobre 2020**. Par comparaison, on peut rappeler qu'en France, en tous domaines, la filière automobile n'a investi en 2020 qu'un peu plus de 7 milliards d'euros en R & D⁵.

Le recours à des réseaux de neurones artificiels a beaucoup fait progresser la R & D sur la conduite autonome. L'apprentissage profond (*deep learning*) est devenu une technique indispensable, mais il exige de puissantes machines. Pour l'intelligence artificielle (IA) qui est nécessaire à l'autonomie de conduite, les modèles de fondation, modèles de grande taille entraînés sur une grande quantité de données non étiquetées, donnent beaucoup d'espoir de faire avancer vite les R & D, [en Chine](#), aux États-Unis et ailleurs.

Pour illustrer les rapides progrès de l'intelligence artificielle depuis 1940, la publication en ligne « *Our World in Data* » de l'université d'Oxford a dressé [un schéma](#) très éclairant, en comptant les **FLOPS** du système informatique utilisé pour mettre au point une nouvelle intelligence artificielle (IA). On est passé de quelques dizaines de FLOPS vers 1950 à plusieurs milliards de pétaFLOPS aujourd'hui, un pétaFLOPS valant 10 à la puissance 15 fois un FLOPS ! Le nombre de FLOPS (*floating-point operations per second* en anglais, « opérations en virgule flottante par seconde » en français) est une unité mesurant la rapidité de calcul d'un système informatique⁶.

3. Les diverses technologies permettant l'autonomie de conduite progressent constamment

Pour parvenir à l'autonomie de conduite, on distingue en général trois principaux sous-systèmes : perception, planification du mouvement et exécution du mouvement.

Au cours de l'étape de perception, le véhicule autonome discerne l'environnement en collectant des données à partir d'un ensemble complet de capteurs. Les données se transforment, pendant l'étape de planification du mouvement, en décisions qui permettent de définir la trajectoire du véhicule. Lors de l'étape d'exécution du mouvement, la trajectoire est tracée de manière autonome.

Les véhicules autonomes nécessitent tout un ensemble de capteurs (*sensors* en anglais), de types variés. Il ne s'agit pas seulement d'informations à collecter et trier sur les objets statiques

⁵ Fogelman M. et Didioui A. (2023), « [Transformations et défis de la filière automobile](#) », *Les Thémas de la DGE*, n° 4, octobre.

⁶ « Pour vous faire une idée de ce qu'est un pétaflop, imaginez un milliard de personnes qui tiennent chacun un millier de calculatrices, font une multiplication complexe et appuient sur la touche "égal" au même moment. » Voir Suleyman M. (2023), *La Déferlante*, par Mustafa Suleyman, cofondateur de DeepMind et fondateur d'Inflexion AI).

et dynamiques entourant le véhicule en mouvement. Un capteur doit détecter aussi les caractéristiques environnementales, les données météorologiques, l'état de la route, etc. Les données servent de base à la localisation du véhicule, à la reconnaissance de son environnement, à la mise en évidence des obstacles visibles et cachés, etc.

À mesure que le niveau d'autonomie monte, le nombre des capteurs augmente : caméras, radars, lidars, sonars, centrales inertielles (*Inertial Sensors Units*, IMU), systèmes de géolocalisation... Les capteurs se chevauchent pour fournir des fonctions redondantes de sauvegarde. L'utilisation de techniques avancées de traitement des données, telles que la fusion des informations provenant simultanément de plusieurs capteurs, améliore encore la perception de l'environnement.

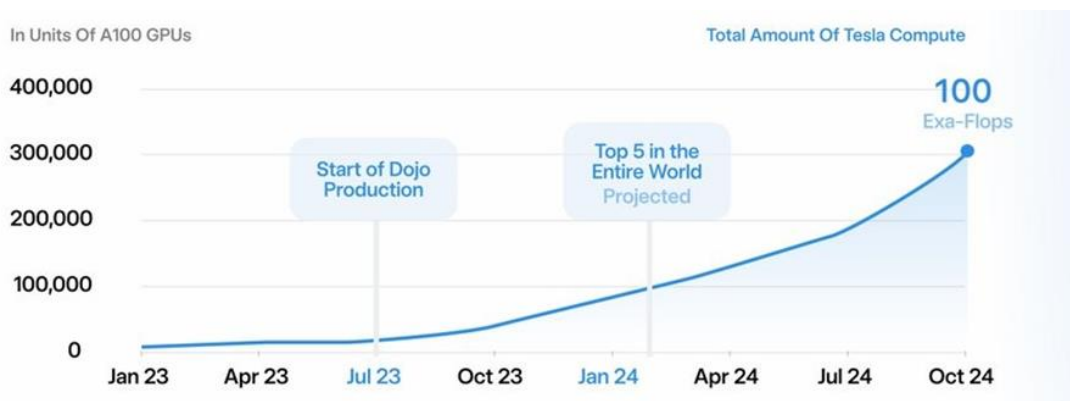
Les données sont transmises et reçues par un système de communication V2X (entre le véhicule et l'extérieur) grâce à des liaisons à large bande passante, faible latence et haute fiabilité. Les véhicules autonomes peuvent ainsi communiquer avec d'autres véhicules et des *clouds* (informatique en nuage), mais aussi avec des infrastructures : feux de circulation, places de stationnement, piétons avec leur smartphone, centres de supervision, etc.

Publié le 23 février 2023 par l'association américaine Global Semiconductor Alliance (GSA), [un article de Jan Pantzar et Lauro Rizzatti](#) met en avant **les sept domaines que l'autonomie de conduite doit maîtriser de mieux en mieux** :

- (1) puissance et efficacité du traitement informatique,
- (2) temps de latence,
- (3) consommation d'énergie,
- (4) combinaison de l'intelligence artificielle (avec notamment des réseaux de neurones) et du traitement des signaux numériques (provenant des capteurs du véhicule),
- (5) traitement déterministe (pour assurer notamment la sécurité routière),
- (6) capacité de reprogrammation (mise à jour à distance *over-the-air* (OTA), etc.),
- (7) abordabilité (prix suffisamment bas).

Les sociétés travaillant à l'autonomie de conduite recourent à des ordinateurs de plus en plus puissants. La course au gigantisme se voit en Chine comme aux États-Unis, pour le niveau 3 comme pour le niveau 4. Ainsi la société américaine Tesla a publié en juin 2023 le graphique suivant sur les performances de son nouveau superordinateur Dojo, en service depuis le 1^{er} juillet 2023.

Graphique 1 – Capacité de traitement du superordinateur Dojo de Tesla



Source : société Tesla Inc.

Dojo a été conçu pour traiter des données de *vision par ordinateur* en vue d'entraînement par apprentissage profond. Son unité fondamentale est la puce D1, conçue par la société Tesla elle-même et fabriquée par le taiwanais TSMC (*Taiwan Semiconductor Manufacturing Company*). Avec 100 exaFLOPS (soit 100 000 pétaFLOPS) en octobre 2024, Dojo ne sera pas loin des plus puissants ordinateurs qui existaient au monde en 2023.

Certes, des scientifiques, comme le Français Yann Le Cun de la société américaine Meta, ne croient pas que l'augmentation des puissances de calcul comme l'augmentation des paramètres dans les grands modèles de langage (*Large Language Models*, LLM) pour les IA génératives puissent hisser l'autonomie de conduite au niveau de sécurité qu'on souhaite. Pour Yann Le Cun⁷, il faut une approche tout à fait différente pour parvenir à une IA ayant les capacités intellectuelles de l'homme : une *human-level AI*, expression bien meilleure selon lui que l'expression courante *Artificial General Intelligence* (AIG). Pour la prochaine percée technologique, il importe de bâtir, affirme-t-il, des *world models*, comme le modèle du monde qu'un enfant se construit en observant les phénomènes autour de lui (comme la gravité) et en apprenant à prévoir les effets des causes physiques (comme la chute d'un corps).

Quoi qu'il en soit, il est certain que **les technologies actuelles permettent d'améliorer sans cesse l'autonomie de conduite**. Chaque année, les véhicules autonomes circulent mieux, comme l'attestent les données collectées par les autorités publiques en Chine et aux États-Unis.

Reste la difficile question de l'« explicabilité », c'est-à-dire l'aptitude à comprendre les décisions prises par un algorithme à base d'apprentissage. Comme l'a écrit Stéphane d'Ascoli, chercheur à l'École normale supérieure, c'est « le talon d'Achille des réseaux de neurones artificiels »⁸. Plusieurs solutions sont possibles, comme l'association de l'*apprentissage profond* avec des algorithmes symboliques (à base de règles explicites) pour interdire tous les mouvements dangereux : rouler vite à côté d'un piéton, etc. C'est par exemple [la voie suivie en France par EasyMile](#). Néanmoins, la société Tesla veut presque entièrement [fonder son dernier système d'autonomie \(appelé Full-Self Driving 12 ou FSD 12\)](#) sur l'apprentissage

⁷ Le Cun Y. (2019), *Quand la machine apprend. La révolution des neurones artificiels et de l'apprentissage profond*, op. cit.

⁸ D'Ascoli S. (2020), *L'intelligence artificielle en 5 minutes par jour*, Paris, First Editions.

profond, alors que [la version 11 comprenait 300 000 lignes de code](#). S'agissant des véhicules autonomes, les nombreux travaux en cours sur *l'intelligence artificielle de confiance* sont de grande importance.

Les IA génératives, comme celles d'OpenAI (GPT-4) ou de Baidu (ERNIE), aideront aussi les équipes travaillant à l'amélioration de l'IA des véhicules autonomes⁹. Les grands modèles de langage, recourant à des réseaux de neurones entraînés sur de très grands volumes de données, permettent déjà de faire avancer la technologie de l'autonomie de conduite, comme [l'a récemment rappelé la société chinoise Pony.ai](#). Baidu [y recourt aussi](#) pour son service Apollo Go, ainsi que [bien d'autres sociétés chinoises](#) engagées dans l'autonomie de conduite, tant [les champs de progrès](#) sont nombreux.

⁹ La société britannique Wayve utilise depuis juin 2023 une IA générative appelée GAIA-1 pour produire des vidéos lui permettant de faire des simulations très variées de conduite autonome.

Chapitre 2

Le véhicule intelligent, autonome, décarboné et partagé devrait transformer profondément la mobilité

Les véhicules autonomes de niveau 4 peuvent transporter des voyageurs ou servir à des activités logistiques. Ils peuvent circuler ou non sur routes ouvertes à la circulation générale. Dans un environnement fermé, les véhicules ne sont pas soumis aux codes de la route et sont donc plus faciles à concevoir et à exploiter. Sur les routes et rues publiques, les véhicules acheminant des voyageurs sont le plus souvent des voitures, des navettes ou des bus. Les autres véhicules sont des poids lourds, des droïdes de livraison ou de distribution, des nettoyeurs de rues, des robots de patrouille de police, etc.

Ce deuxième chapitre porte sur le transport de voyageurs dans des véhicules autonomes et partagés, en dehors des lignes régulières de transport public : il s'agit de robotaxis plus ou moins grands¹⁰ qui s'insèrent dans le flux des circulations routières. C'est pour ce type de transport autonome que la Chine et les États-Unis se distinguent le plus de la France. Notre pays concentre son attention et ses moyens sur les systèmes de transport routier automatisé (STRA) par lignes régulières (lignes de bus, minibus ou navettes). Nous mobiliserons certaines des nombreuses études¹¹ menées sur le sujet, car les aspects économiques, socioéconomiques et écologiques des voitures autonomes contribueront à déterminer l'avenir de la mobilité.

1. Le transport intelligent pourrait avoir des effets socioéconomiques et environnementaux très favorables

L'Union européenne a commencé à déployer dans ses 27 pays membres des « systèmes de transport intelligent » (STI, Intelligent Transport Systems). Si on prend en compte tous les composants du transport routier et leurs interfaces avec les autres modes de transport, ce déploiement devrait avoir un impact très favorable sur le bilan des avantages et inconvénients

¹⁰ Pour les plus grands, on peut penser à un véhicule routier comme le « *Concept Shuttle* » que Bosch a présenté en 2016 (voir [la vidéo publiée alors par Bosch](#)).

¹¹ Des chercheurs ont dénombré [22 890 rapports académiques dans le monde](#) sur l'autonomie de conduite entre 2011 et juillet 2020.

socioéconomiques et environnementaux, d'après l'étude d'impact¹² publiée par la Commission européenne le 14 décembre 2021, en vue de la révision de la directive européenne sur les STI de 2010 ([nouvelle directive approuvée à la fin de 2023](#)). Elle montre que **le rapport des bénéfiques aux coûts varierait entre 6,8 et 14,7** selon la politique appliquée. La plus grosse part des bénéfiques proviendrait d'abord des temps économisés (jusqu'à 144,5 milliards d'euros en valeur actualisée sur la période 2021-2040), puis de la diminution des coûts externes dus aux accidents (jusqu'à 29,5 milliards d'euros). Les bénéfiques pourraient être sous-estimés, car l'étude a été menée en supposant que l'autonomie de conduite ne prenait son essor qu'en 2040 ou même au-delà.

2. Le déploiement des voitures autonomes et partagées devrait diminuer le nombre des voitures particulières, mais pourrait augmenter les trafics routiers en l'absence de précautions

La plupart des experts en transport affirment que **le large déploiement des robotaxis au niveau 4**, de la taille d'une voiture actuelle ou plus grands (VTC jusqu'à neuf places, par exemple), **diminuerait nettement le nombre des voitures particulières**. En effet, autonomes, électriques, partagées, confortables, toujours disponibles, emportant un ou plusieurs voyageurs, ces voitures offriront une alternative pratique et abordable à la propriété d'une automobile. Pratique, car elles restitueront le temps de conduite à l'utilisateur : en se déplaçant, le voyageur pourra se reposer, travailler ou se distraire. Abordable, car elles coûteront bien moins cher aux voyageurs que le coût complet de possession des voitures particulières, voire que les transports en commun. Le faible coût marginal du recours à un robotaxi, comparé à un taxi ou à un véhicule mené par un conducteur, remettra en cause le modèle fondé sur la propriété des véhicules par les particuliers. Il réduira donc considérablement les parcs de véhicules comme les nuisances engendrées par leur construction. Selon un article récent¹³, **le parc automobile se contracterait de 34 % ou même de 50 %**. Bien d'autres études confirment une réduction des parcs qui serait comprise entre 30 % et 50 % au moins¹⁴ : en exploitation commerciale, une voiture autonome partagée de 4 ou 6 places pourrait remplacer 7 ou 8 voitures individuelles et économiserait 40 % des voitures-kilomètres¹⁵. Cette diminution des parcs de voitures devrait se traduire notamment par de moindres consommations de matières et d'énergie pour assembler les voitures, ainsi que de moindres espaces accaparés par le stationnement.

Il faut toujours garder à l'esprit que la voiture particulière, si elle n'est pas partagée, est peu utilisée : environ 4,5 % ou 5 % du temps, voire 2,5 % si l'on ne prend en compte que le temps utile, hors pertes de temps dans les embouteillages ou pour chercher une place de stationnement. Or actuellement, pour une voiture partagée, par exemple une voiture dans une flotte de VTC, le taux d'utilisation monte à quelque 30 %, voire à 50 % s'il y a deux

¹² Commission européenne (2021), *Impact Assessment Support Study*.

¹³ Ni J., Rupin G. et Certain L. (2023), « *La mobilité idéale, réalité ou utopie ?* », *Revue générale des chemins de fer* (RGCF), septembre. L'article est reproduit en [Annexe 5](#).

¹⁴ Les études à ce sujet sont très nombreuses. Outre l'article précité, citons par exemple le rapport du *Boston Consulting Group* (BCG) du 21 juillet 2016. Le Forum international des transports (FIT) de l'OCDE a beaucoup travaillé sur la question des impacts sur les transports routiers de la mobilité partagée.

¹⁵ Un [rapport de la banque canadienne d'investissement RBC Marchés des Capitaux](#), publié en juillet 2023 sous le titre *Charting the Robotaxi Revolution*, a estimé qu'un robotaxi remplacerait cinq voitures particulières.

conducteurs. L'usage des taxis autonomes serait singulièrement plus intense car ils seraient toujours disponibles, sans la contrainte du temps du travail des conducteurs professionnels.

En outre, les voitures autonomes qui seront partagées coûteront bien moins cher aux voyageurs que la possession de voitures particulières, et même que beaucoup des services de transport en commun. Selon [une étude américaine de 2014 publiée par la Rand Corporation](#), un foyer pourrait économiser 6 000 dollars par an en recourant à des robotaxis. Un rapport du ministère français chargé de l'Écologie et des Transports¹⁶ souligne ces avantages :

« Le véhicule autonome permet le repositionnement automatique du véhicule entre la fin d'un trajet et le début du suivant. Cela devrait casser largement le lien objectif entre le véhicule et son propriétaire, et ouvrir la voie au véhicule dit serviciel généralisé. Comme un véhicule ne circule que 5 % du temps environ, cela ouvre des perspectives considérables de hausse des parcours journaliers de chaque véhicule, avec donc d'importants gains de productivité [...]. Il devrait y avoir beaucoup moins besoin de se garer en centre-ville. À offre constante, ceci devrait réduire encore davantage le coût des trajets de/vers les centres-villes, dans un contexte où le coût de stationnement par jour peut dépasser 5 fois les coûts de transports. Les collectivités devraient pouvoir en profiter pour changer la vocation d'une partie de l'espace actuel de stationnement. En tout cas, on peut s'attendre à des réductions de coût global pouvant dépasser 80 %, voire 90 % pour des trajets de/vers les centres-villes. »

Cependant, beaucoup craignent que les trafics augmentent, entraînant plus de congestions, surtout dans les villes où les transports en commun sont moins développés. En effet, le *coût généralisé*¹⁷ diminuera, notamment parce que **la valeur du temps ressenti par les voyageurs libérés de la charge de conduire sera plus faible**. En outre, à cause des circulations à vide, on redoute que le taux moyen d'occupation en robotaxi soit plus ou moins proche de 0,7 environ, comparable à celui constaté aujourd'hui dans les VTC et taxis, alors qu'il est de 1,4 environ en voiture particulière. Y aurait-il alors deux fois plus de parcours en robotaxis qu'en voiture non partagée ?

Ainsi [l'étude de Deloitte de 2019](#) sur la mobilité autonome en 2035 en Allemagne évalue-t-elle à 30 % l'augmentation du trafic automobile en agglomération en raison des voitures autonomes, alors même que le parc de voitures y diminuerait de 20 %. Pour un voyageur, **selon ses auteurs, un service de robotaxi coûterait 25 % moins cher qu'en voiture particulière et 50 % de moins qu'en transport en commun**.

S'il est difficile de tirer une conclusion générale quant au risque d'augmentation des trafics, l'avantage des voitures autonomes pour fluidifier les flux de circulation, et partant pour diminuer les embouteillages, est reconnu dans de nombreuses études. Par une [étude faite en 2022](#), l'université Carnegie-Mellon aux États-Unis a ainsi démontré le point suivant. Dès que les véhicules autonomes (voitures et camions) atteignent le niveau de 20 % du trafic, **les connexions V2V et V2I améliorent les circulations** : moindres pertes de temps, meilleure résilience en cas de perturbations soudaines ou graves. [Une autre étude universitaire publiée en 2021](#) par des chercheurs d'Arabie saoudite et des États-Unis parvient à la même

¹⁶ Conseil général de l'environnement et du développement durable (2017), [Les nouvelles mobilités : politiques publiques et prévision de la demande](#), rapport établi par Alain Sauvant et Emmanuel Raoul, octobre.

¹⁷ Le coût généralisé de transport est principalement la somme du coût privé de déplacement d'une part, de la valeur du temps et du confort de déplacement d'autre part.

conclusion. Les auteurs précisent qu'un taux de pénétration des véhicules autonomes d'au moins 40 % produit les meilleurs effets. D'autres études sont citées dans la revue de littérature publiée en 2022 par l'université de Cantabrie (Espagne)¹⁸. Gardons aussi à l'esprit que les voitures autonomes amélioreront de beaucoup la sécurité routière, ce qui *ipso facto* améliorera la fluidité des trafics.

Si les études concernant les effets des voitures autonomes de niveau 4 sur les trafics et les ralentissements donnent parfois des résultats empreints d'incertitude, c'est aussi à cause de la difficulté à prévoir les comportements des voyageurs à l'avenir¹⁹. Si la France et l'Europe craignent les effets de rebond et répugnent encore à faciliter les R & D sur les voitures autonomes au niveau 4 (comme les robotaxis), **la Chine, elle, n'a plus guère d'hésitation**. L'inclination largement majoritaire a ainsi été résumée le 21 août 2023 dans un quotidien très influent de Chine par Jose Nava²⁰ :

« Alors que la Chine est aux prises avec les défis de l'urbanisation, des embouteillages et de la pollution de l'air, les véhicules autonomes représentent une lueur d'espoir. Capables d'améliorer la fluidité du trafic, de diminuer le nombre des accidents et de réduire les émissions de carbone, *les voitures autonomes pourraient modifier fondamentalement la façon dont les gens se déplacent dans les villes*. Des géants de l'industrie comme Baidu, Tencent et Alibaba, aux côtés de constructeurs automobiles internationaux comme Tesla et BMW, ont intensifié leurs efforts pour développer des véhicules conformes à ces objectifs. » (Termes soulignés en italique par les auteurs du présent document de travail.)

C'est en ayant cela à l'esprit que la Chine lie sa politique en faveur du véhicule autonome à la poursuite d'investissements les plus ambitieux au monde en faveur des transports collectifs : trains à grande vitesse, trains intercity, trains régionaux, métros, tramways, bus intercity, bus régionaux et bus urbains. Pour illustrer cet effort colossal, précisons qu'à la fin de 2020, sur les quinze villes dans le monde dotées d'un réseau de métro supérieur à 250 km, huit étaient chinoises. En décembre 2023, la longueur des métros chinois atteignait 8 548 km, soit 540 km de plus qu'en 2022. Autre exemple, la Chine exploitait à la fin de 2023 un réseau de lignes à grande vitesse de 45 000 km (soit 2 776 km de plus qu'en 2022), tandis que l'Espagne, le Japon et la France, les trois pays les mieux équipés après la Chine, n'en exploitaient chacun qu'environ 3 000 km. En 2020, selon l'Union internationale des chemins de fer (UIC), le trafic de ces réseaux ferrés à grande vitesse a été de **485 milliards de voyageurs-kilomètres en Chine**, contre seulement 43 milliards au Japon, 36 milliards en France et 5,6 milliards en Espagne.

La section suivante discute des effets d'une politique de développement conjoint des voitures autonomes et des transports publics.

¹⁸ Silva O. Cordera R., González-González E. et Nogués S. (2022), « [Environmental impacts of autonomous vehicles: A review of the scientific literature](#) », *Science of The Total Environment*, vol. 830, 15 juillet.

¹⁹ Voir par exemple Williams E., Das V. et Fisher A. (2020), « [Assessing the sustainability implications of autonomous vehicles: Recommendations for research community practice](#) », *Sustainability*, vol 12(5), mars.

²⁰ Nava J. (2023), « [The Evolution of Mobility: Self-driving vehicles on the horizon in China](#) », *China Daily*, 21 août. Traduction par les auteurs de la présente étude. Jose Nava est titulaire d'un diplôme de master en relations internationales de l'Université de Concordia Irvine.

3. Un développement conjoint des voitures autonomes et des transports publics, comme en Chine, pourrait permettre de contracter les trafics

Organisation intergouvernementale appartenant à la famille de l'OCDE, le Forum international des transports (FIT) a beaucoup travaillé sur la question des impacts de la mobilité partagée sur les transports routiers.

La [première étude](#) du FIT a porté sur Lisbonne (Portugal). Le rapport final a été publié le 31 mars 2015. Ses résultats ont démontré qu'il était possible, sous certaines conditions de politique publique des transports, de déployer un réseau de véhicules partagés (avec plus ou moins de sièges dans chaque véhicule) en satisfaisant tous les besoins des gens, en diminuant nettement les embouteillages, en réduisant de beaucoup les émissions de CO₂, tout en ne gardant que 10 % au plus des véhicules particuliers. D'autres études du FIT ont confirmé ces résultats : à Helsinki en Finlande ([rapport du 12 octobre 2017](#)), à Auckland en Nouvelle-Zélande ([rapport du 27 novembre 2017](#)), à Dublin en Irlande ([rapport du 10 octobre 2018](#)), à Lyon en France ([rapport du 7 avril 2020](#)). Ces études ont démontré que, selon plusieurs scénarios, les pertes de temps dues au recours accru aux transports en commun sont plus ou moins compensées par les gains de temps résultant des moindres congestions.

Un [autre rapport publié en août 2017 sur l'aire de Detroit-Ann Arbor](#) (Michigan) a montré, de même, les avantages que pourrait procurer le recours à des services partagés de taxi pour les derniers kilomètres après un voyage en transport collectif. La consommation d'énergie serait ainsi en diminution de 37 %.

Dans [un rapport du 1^{er} juin 2017](#), le Forum international des transports a énuméré des recommandations pour réussir le passage à la mobilité partagée :

- commencer à offrir des services de mobilité partagée dans les plans de transport urbain,
- tirer parti de la mobilité partagée pour accroître l'utilisation des transports publics à grande capacité,
- déployer progressivement les services de mobilité partagée afin de maximiser l'acceptation par le public,
- assurer l'efficacité générale tout en garantissant un niveau de concurrence saine sur le marché,
- limiter l'occupation exclusive des véhicules partagés afin d'éviter l'érosion des avantages quant à la réduction des trafics et des émissions de CO₂,
- exploiter le potentiel d'amélioration de l'accessibilité territoriale grâce à la mobilité partagée,
- rendre les services de taxis partagés pleinement accessibles aux personnes à mobilité réduite.

En ce qui concerne les voitures autonomes et partagées, des mesures de politique générale sont, selon le FIT, nécessairement à prendre par les autorités publiques pour éviter une augmentation des trafics qui résulterait de la possibilité de se reposer, de se distraire ou de travailler dans une voiture autonome sans conducteur. Les moyens de parvenir à la diminution

des externalités négatives et des congestions en agglomération regardent de nombreux facteurs : maintien ou développement des transports en commun (notamment ferrés), développement de zones de stationnement près des gares et stations pour les véhicules partagés, déploiement de minibus ou midibus autonomes, taxes, contraintes sur le partage des voiries pour favoriser les transports en commun, nouvel urbanisme, etc. Le rapport cité précédemment du ministère chargé de l'Écologie et des Transports²¹ conclut aussi que le risque d'augmentation des congestions peut être prévenu par divers moyens : une politique des plateformes de mobilités pour faire monter le nombre moyen de voyageurs dans les voitures autonomes et partagées, l'installation de voies rapides ouvertes aux véhicules emportant trois personnes ou plus, etc. L'économiste des transports Guy Bourgeois est parvenu à la même conclusion. Dans un congrès de l'ATEC ITS France le 18 janvier 2023, il a présenté les résultats de ses études, fondées sur le modèle OPTIREL, concernant la « [Desserte de zones industrielles excentrées par de nouveaux services de mobilité](#) ». En prenant l'exemple de plusieurs communes proches de Lyon, il y a démontré que les voitures autonomes et partagées offriraient les meilleures solutions de transport, tous aspects économiques dûment pris en compte, si l'on pesait avec soin les particularités de chaque territoire à desservir.

L'Union internationale des chemins de fer (UIC) a aussi travaillé aux conséquences qu'induirait le déploiement des véhicules routiers qui seraient largement autonomes. Son département des voyageurs a publié en juin 2021 un rapport intitulé *Door 2 Door and Autonomous Vehicles - Risks and opportunities for high-speed rail and long-haul rail operators*. Traduit par les auteurs de la présente étude, l'extrait suivant montre que l'UIC, quoique défenseur de la cause ferroviaire, croit au futur succès des véhicules autonomes. L'UIC pense qu'ils pourraient même faire pièce ici et là au transport ferroviaire grâce à leur capacité à acheminer des voyageurs sans solution de continuité (sans changer de transporteur, sans correspondance) :

« Au cours des prochaines décennies, avec le développement technologique en continu des véhicules autonomes (VA), les voitures et les bus sans conducteur sont à même de devenir un élément majeur de la mobilité individuelle des voyageurs, en particulier comme solutions pour le transport du dernier kilomètre et la livraison porte-à-porte en zone urbaine ou à longue distance. La voiture représentant aujourd'hui le mode de transport dominant, les véhicules autonomes peuvent renforcer ce mode, mais elles peuvent aussi entrer en concurrence avec les services ferroviaires régionaux, ainsi qu'avec les services des trains intercités et des TGV, même si cela s'oppose aux politiques de décarbonation, de diminution des consommations énergétiques et de moindre occupation des sols. »

En conclusion, pour hâter la réduction des parcs automobiles et pour éviter l'effet rebond des trafics routiers et des congestions, il faut une solide politique des transports collectifs, mais aussi une politique qui induise une augmentation des taux d'occupation dans les voitures autonomes et partagées (robotaxis) : voies réservées aux véhicules autonomes avec plusieurs voyageurs, avantages pour leur stationnement en ville par rapport aux véhicules manuels, pénalités pour le stationnement des voitures qui circulent trop peu, hausse du coût d'usage des voitures autonomes par des taxes ou des quotas incitant à l'augmentation du taux

²¹ Conseil général de l'environnement et du développement durable (2017), [Les nouvelles mobilités : politiques publiques et prévision de la demande](#), op. cit.

d'occupation ou au report modal, mesures pour restreindre les parcours à vide (taxes, quotas, interdictions, etc.), etc.

Aujourd'hui, les robotaxis en service commercial dans le monde sont des voitures de série que les exploitants ont fait équiper. Mais la plupart des exploitants commencent à préparer des véhicules spécialement conçus pour la conduite autonome. Zoox, la filiale d'Amazon, est en passe de réussir cette avancée, avec son robotaxi sans volant de quatre sièges. Ce véhicule qui ressemble extérieurement à une navette autonome et intérieurement à un petit salon peut circuler jusqu'à environ 70 km/h. [En phase d'essais](#) en Californie et au Nevada (Las Vegas), il devrait commencer à circuler en service commercial à Las Vegas avant la fin de 2024. Ce type de robotaxis laisse entrevoir l'arrivée sur le marché de robotaxis plus collectifs, se rapprochant des navettes.

Il y a plus. Nombre d'exploitants de robotaxis se préparent à commander des robotaxis qui seront non seulement bien mieux adaptés à la conduite autonome, mais aussi construits en grande série, et partant bien moins chers²². C'est le cas de Waymo, Zoox, Didi Chuxing, Baidu, Pony.ai et Tesla.

4. Le déploiement des voitures autonomes devrait permettre la mobilité inclusive

Les voitures autonomes offrent de bien meilleurs services de **mobilité inclusive**. Elles faciliteront la mobilité des personnes dans l'incapacité de conduire : personnes âgées, à mobilité réduite ou sans permis de conduire, ménages pauvres ne disposant pas de voitures, ménages habitant dans les zones peu denses, etc. Elles rendront aussi de grands services aux habitants des territoires éloignés des réseaux de transport collectif.

5. Le déploiement des voitures autonomes devrait améliorer de beaucoup la sécurité routière

La sécurité routière des véhicules autonomes (niveau 4) sera bien meilleure que celle des véhicules manuels. C'est d'ailleurs la condition *sine qua non* de leur autorisation à circuler sur voie publique et de leur acceptabilité par les voyageurs.

Dans le meilleur rapport sur la sécurité qui ait été publié par un exploitant de robotaxis, celui de l'américain Waymo²³ daté de 2023 et portant sur 11,4 millions de kilomètres parcourus sans conducteur, il a été prouvé que la sécurité, pour cet opérateur, était déjà améliorée d'un facteur de 6,8 par rapport à une voiture manuelle.

Si le déploiement était complet, il n'y aurait plus guère d'accidents mortels, en tout cas beaucoup moins. Rappelons que 3 170 personnes ont été tuées dans des accidents de la route en France métropolitaine en 2023.

²² Voir « [Le temps des robotaxis produits en grande série est-il venu ?](#) » par Hervé de Tréglodé (mai 2024).

²³ Kusano K., Scanlona J., Chena Y.-H., McMurrya T., Chena R., Godea T. et Victora T. (2023), « [Comparison of Waymo rider-only crash data to human benchmarks at 7.1 million miles](#) », Waymo, décembre.

6. Les effets globaux sur l'emploi restent difficiles à estimer

La question des emplois qui disparaîtraient ou apparaîtraient n'entre pas dans le cadre de notre étude. Parmi les emplois menacés, il y a les chauffeurs de taxi, de poids lourds, de bus et d'autocar, les livreurs, les personnels pour la formation à la conduite, etc. Les craintes sont nombreuses, comme l'a montré [un rapport universitaire au Royaume-Uni](#) en 2020. Les pertes d'emploi ont été estimées dans de nombreuses études, par exemple [celle de 2018 par le W.E. Upjohn Institute for Employment Research aux États-Unis](#).

Mais à combien se montera le nombre des emplois nouveaux, notamment en rapport avec les nouvelles compétences associées à l'autonomie de conduite ? C'est la même question, difficile, voire sans réponse, qui se pose pour mesurer les effets de l'intelligence artificielle en général.

7. Le déploiement des poids lourds autonomes devrait diminuer le nombre des véhicules et les dépenses des entreprises de transport routier, mais pourrait augmenter les trafics

Des conclusions assez semblables ont été tirées par plusieurs études sur la circulation future des camions autonomes.

Ainsi de [l'article publié en décembre 2021](#) sur le cas des transports routiers de marchandises en Suède. C'est une analyse des impacts de l'adoption à grande échelle d'un système national de camions sans conducteur. Elle a été menée en étendant le domaine d'application du modèle national suédois de transport de marchandises appelé *Samgods*. Deux scénarios ont été étudiés. Le premier a supposé des camions sans conducteur exploitant l'ensemble du réseau routier et remplaçant tous les camions à conduite manuelle. Dans ce scénario, les tonnes-kilomètres de transport routier augmenteraient de 22 %, les véhicules-kilomètres parcourus par les camions augmenteraient de 35 % et les coûts totaux annuels du système diminueraient de 1,7 milliard d'euros par an, par rapport à un scénario de référence sans camions à conduite manuelle. Dans le second scénario, on a supposé que la flotte actuelle de camions à conduite manuelle était complétée par des camions sans conducteur circulant sur les routes principales entre centres logistiques, mais pas dans des environnements trop difficiles (centres urbains, etc.). Il pourrait s'agir d'un premier cas d'application des technologies de conduite autonome (niveau 4). Dans ce second scénario, le nombre des tonnes-kilomètres augmenterait de 11 %, celui des véhicules-kilomètres de 15 % et les coûts totaux du système diminueraient de 1,2 milliard d'euros par an, par rapport au scénario de référence. Dans les deux scénarios, les impacts des poids lourds sans conducteur varieraient de beaucoup selon les types de marchandises et les distances de transport. Mais l'augmentation du nombre des tonnes-kilomètres serait notamment la conséquence de reports de trafics ferroviaires ou maritimes.

8. Les véhicules autonomes devraient avoir un impact globalement positif pour l'environnement si les trafics sont bien maîtrisés

Selon la plupart des études réalisées dans le monde, les impacts environnementaux (consommation d'espaces, émissions de gaz à effet de serre, etc.) paraissent bien meilleurs avec une haute pénétration de robotaxis, notamment grâce à la forte diminution du nombre des automobiles comme de la superficie des parcs de stationnement. On peut aussi s'attendre à ce que les voitures partagées et autonomes soient moins lourdes, grâce à l'amélioration de la sécurité routière. Les émissions de gaz à effet de serre seraient nettement moindres. Bien entendu, les véhicules autonomes resteront tous à batterie, comme ils le sont aujourd'hui.

Qui plus est, le déploiement des véhicules seulement connectés, qu'ils soient autonomes ou non, peut apporter en lui-même de gros avantages environnementaux, comme l'a montré l'étude d'impact²⁴ de la Commission européenne déjà mentionnée sur le systèmes de transport intelligent (STI).

Dans [l'article précité](#)²⁵ publié par l'université de Cantabrie figure un intéressant tableau sur les différents impacts environnementaux des véhicules autonomes. Il dresse la liste des sources d'avantages apportés par les véhicules autonomes : le design des véhicules, la mobilité connectée, le pourcentage de véhicules autonomes dans les circulations, l'acceptabilité, la mobilité partagée, les sources d'énergie, les interactions avec les transports publics. Mais l'augmentation des distances parcourues et le report modal au détriment des transports en commun pourraient annuler ces avantages en tout ou en partie, selon les auteurs.

De nombreuses autres études tendent à prouver que les émissions de gaz à effet de serre diminueront sûrement en toutes circonstances, surtout si les voitures autonomes et partagées prédominent nettement. Ainsi ont conclu en 2019 [quatre auteurs de l'université Tsinghua](#) de Beijing, dans une étude portant sur le marché chinois. [Deux auteurs de l'université du Texas à Austin](#) sont parvenus à la même conclusion en 2019.

Remarquons que la plupart de ces études sur les impacts environnementaux ne disent mot des émissions de gaz à effet de serre (GES) produites par les connexions et les opérations numériques. Les auteurs ont considéré que les autres facteurs étaient de plus grand poids. Néanmoins, comme l'a montré [un rapport de l'IEEE publié en janvier 2023](#), ces émissions pourraient, en 2050, largement dépasser le poids des émissions en 2018 de tous les centres de données (*Data Centers*) : 140 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par an, soit 0,3 % des émissions de notre planète. Avec 1,25 milliard de véhicules autonomes, les émissions des opérations numériques pourraient atteindre 520 millions de tonnes par an, soit 1 % de toutes les émissions de 2019.

²⁴ Commission européenne (2021), *Impact Assessment Support Study*, décembre.

²⁵ Silva O. Cordera R., González-González E. et Nogués S. (2022), « [Environmental impacts of autonomous vehicles: A review of the scientific literature](#) », *op. cit.*

En raison notamment du risque d'augmentation des trafics (voir *supra*), la difficulté à mesurer les impacts environnementaux est mise en avant par l'analyse bibliographique menée par l'université de Cantabrie. Les auteurs espagnols y appellent à approfondir les études déjà entreprises :

« Compte tenu du manque d'étude de certains des effets environnementaux des véhicules autonomes, il n'est pas possible de tirer une conclusion précise sur leur impact global. Il faudra des études plus complètes permettant d'identifier toutes les mesures à prendre pour parvenir à un avenir durable²⁶. »

Une autre [analyse bibliographique de mai 2021](#) sur les impacts environnementaux, par des auteurs saoudiens et bangladais, a insisté aussi sur le risque d'augmentation des trafics, surtout si la pénétration des véhicules partagés et autonomes est faible :

« Cet article étudie les impacts positifs et négatifs rapportés dans la littérature pour deux catégories de véhicule autonome (VA) : automatisation partielle et automatisation complète. Les impacts positifs qui sont associés à la possibilité des VA de réduire les émissions de GES peuvent être attribués à certains facteurs, notamment l'éco-conduite, les feux de circulation dits écologiques, le platooning et la moindre recherche de stationnement. En raison (i) du transfert modal vers les VA par les voyageurs captifs, y compris les personnes âgées et handicapées, et (ii) des déplacements plus faciles par rapport aux autres modes, l'augmentation des déplacements en véhicules-milles contribuera à hausser les émissions de GES. Le résultat montre que l'éco-conduite et le platooning ont les effets les plus significatifs en tant que contribution à la réduction des émissions de GES à hauteur de 35 %. De l'autre côté, des déplacements plus faciles et des déplacements plus rapides contribuent significativement à l'augmentation des émissions de GES à hauteur de 41,24 %. Les résultats de l'étude révèlent que des changements positifs au regard des émissions peuvent ne pas être obtenus avec un bas taux de pénétration des AV, alors que le maximum dans la réduction des émissions pourrait se produire dans la tranche 60 %-80 % de la pénétration des VA dans le réseau²⁷. »

Beaucoup d'autres études universitaires induisent à la même conclusion, comme [celle de 2019](#) menée par l'université de Thessalie en Grèce et l'université de Berkeley en Californie. Néanmoins, d'autres études tendent à démontrer que les avantages environnementaux des robotaxis seront toujours très grands. Voici un extrait du rapport [Autonomous taxis could greatly reduce greenhouse-gas emissions of US light-duty vehicles](#) publié le 6 juillet 2015 par la revue britannique *Nature Climate Change*²⁸ :

« Nous estimons ici les émissions de gaz à effet de serre (GES) et les coûts des taxis autonomes (TA) pour 2014 et 2030, une catégorie de VA (véhicules autonomes) partagés et entièrement autonomes, une catégorie à même de gagner rapidement des parts de marché grâce à trois effets synergiques : (1) la diminution future de l'intensité des émissions de GES dues à l'électricité, (2) la réduction de la taille des véhicules grâce au déploiement des TA selon les trajets, (3) l'augmentation du nombre annuel de véhicules-milles parcourus (VMP), ce qui accroîtra la performance des véhicules à haut rendement (en particulier les véhicules électriques à batterie). Ensemble, aux États-Unis, entre aujourd'hui et 2030, ces facteurs pourraient entraîner une diminution des émissions de GES par kilomètre, par véhicule déployé, d'un pourcentage compris entre 87 % et 94 % par rapport aux actuels véhicules à conduite manuelle, et entre 63 % et 82 % par rapport aux véhicules hybrides projetés pour 2030, sans tenir compte des autres avantages

²⁶ *Ibid.* Traduction des auteurs.

²⁷ Traduction des auteurs.

²⁸ Traduction des auteurs (nous soulignons).

des véhicules en matière d'économie d'énergie. Grâce à ces économies substantielles de GES, les véhicules électriques pourraient réduire les émissions de GES même si le nombre total de kilomètres parcourus, la vitesse moyenne et la taille des véhicules augmentaient considérablement. De plus, la consommation de pétrole serait réduite de près de 100 %. »

Que conclure de toutes ces études ? Elles nous amènent à soutenir que **si le risque d'augmentation des trafics ne peut être partout écarté, il peut néanmoins être partout conjuré par une ambitieuse politique des transports** : une politique qui favorise les transports publics et le partage des voitures autonomes et défavorise l'autosolisme.

Dans le cas particulier des robotaxis, dont le développement est particulièrement puissant en Chine comme aux États-Unis, le tableau suivant résume leurs avantages environnementaux en discernant leurs différentes propriétés.

Tableau 2 – Les avantages des robotaxis en distinguant quatre principales propriétés

Robotaxis électriques	Robotaxis partagés	Robotaxis connectés	Robotaxis autonomes
<ul style="list-style-type: none"> Moindres pollutions atmosphériques, sonores, etc. Moindres émissions de gaz à effet de serre etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Moins de voitures Moins de trafic Moindres coûts d'usage Meilleure inclusivité Moins d'espaces publics de stationnement etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Meilleure fluidité des trafics Moindres congestions Meilleure sécurité routière Contribution aux villes intelligentes etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Remise en cause du modèle de propriété des voitures particulières Moins de voitures Utilisation plus intense des voitures Meilleur confort Plus de temps utile Meilleure sécurité routière Meilleure inclusivité etc.

Source : France Stratégie

9. L'autonomie de conduite, qui reste un pari, permettra-t-elle un jour une *mobilité idéale* comme les Chinois l'espèrent ?

De nombreux auteurs mettent en avant le concept de « parcs mutualisés de véhicules à la fois connectés, autonomes, partagés, électriques et serviciels » (CAPES)²⁹ pour décrire, dans un avenir proche ou lointain, des modes de circulation routière qui auraient les mêmes avantages socioéconomiques et écologiques que les transports en commun qu'ils viendraient compléter : peu de GES, prix des services peu élevés, peu de congestions, peu d'accidents, grande liberté du temps (travail, loisir, repos) durant les trajets³⁰.

²⁹ Ce futur de la mobilité partagée et autonome est aussi défendu par McKinsey (voir [article du 19 avril 2023](#)).

³⁰ Sur le concept de CAPES, voir Ni J., Rupin G. et Certain L. (2023), « *La mobilité idéale, réalité ou utopie ?* », *Revue générale des chemins de fer* (RGCF), septembre. L'article est reproduit en [Annexe 5](#).

Déjà, **l'émirat de Dubaï** projette de transformer profondément ses circulations routières en visant une proportion de 25 % des déplacements en véhicule autonome de niveau 4 en 2030. C'est dans cet objectif que **Dubaï a accordé en 2021 une autorisation pour des essais à la société américaine Cruise**, dont la nouvelle navette autonome Cruise Origin est un intermédiaire entre le robotaxi et la navette. Mais en novembre 2023, le directeur général de Cruise **a annoncé qu'il cessait temporairement de produire les Origin**. Cette décision est, bien sûr, la conséquence de la cessation temporaire en octobre 2023 des activités de Cruise aux États-Unis.

Chapitre 3

En Chine, la politique en faveur de la conduite autonome est très ambitieuse

1. La Chine est convaincue que les véhicules autonomes de niveau 4 vont vite améliorer la vie économique et sociale des citoyens

Pourquoi la Chine se hâte-t-elle de développer et de déployer des véhicules autonomes de niveau 4 ? Le véhicule autonome est, sans doute, plus attendu en Chine que dans les pays occidentaux, et surtout qu'en Europe :

- la part de la population possédant une voiture y est moindre,
- la sécurité routière y est moins bonne,
- l'innovation technologique attire massivement les consommateurs en tous domaines.

La taille du marché chinois est un atout maître pour amortir les coûts fixes, aujourd'hui si lourds, notamment en matière de R & D. Plus précisément, **six raisons induisent le gouvernement chinois à aller résolument de l'avant.**

Les véhicules autonomes sont vus comme un levier pour améliorer la qualité de vie, réduire les émissions de GES et profiter à l'économie

Les congestions sont si sévères quotidiennement dans toutes les grandes villes chinoises qu'elles perturbent gravement et constamment la vie des citoyens comme la productivité des entreprises. Elles freinent le développement économique. Le pays compte une quinzaine de villes de plus de cinq millions d'habitants, et une centaine de plus d'un million d'habitants. En 2025, on devrait en compter 23 et 221, respectivement. Entre aujourd'hui et 2030, quelque 350 millions de personnes supplémentaires vont migrer vers les villes, s'ajoutant aux **933 millions qui y résidaient à la fin de 2023**. Comme les citoyens étaient seulement 172 millions en 1978, ce serait une augmentation de 761 millions en quarante-cinq ans. En 2023, le parc chinois de voitures était de 336 millions pour 1,41 milliard d'habitants, soit **238 voitures pour 1 000 habitants**. Si la Chine était au même niveau d'équipement que la France³¹, il y aurait

³¹ Au 1^{er} janvier 2023, le parc de véhicules en circulation en France se composait de **41,6 millions de voitures particulières**, soit 609 voitures pour 1 000 habitants.

au total 859 millions de voitures en Chine. Si rien n'était fait, les congestions pourraient donc devenir vite insupportables en Chine.

Le gouvernement veut user de tous les moyens pour fluidifier et pacifier les circulations routières. Or, les véhicules autonomes, partagés, connectés et électriques devraient diminuer de beaucoup le parc automobile (voir Chapitre 2). À condition bien entendu que des mesures ambitieuses de politique des transports soient prises en parallèle pour que le trafic baisse aussi, le développement de tels véhicules devrait concourir à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de la Chine.

Les véhicules autonomes s'inscrivent dans une ambition de leadership technologique de la Chine

En 2015, le gouvernement chinois a publié un projet de développement de l'industrie automobile dans le plan « Made in China 2025 ». Il a diffusé en 2020 une Stratégie sur les véhicules intelligents. La Chine prévoit que **les ventes de voitures autonomes atteindront au moins 600 000 unités en 2025**. Les entreprises chinoises ont levé plus de 50 milliards d'euros pour développer ce nouveau marché. Toutes les grandes sociétés technologiques se sont lancées dans la course à l'autonomie, en particulier Alibaba, Baidu et Tencent.

Les véhicules autonomes amélioreront la sécurité routière dans un cadre technique et juridique maîtrisé

Les autorités nationales, provinciales et locales ont publié quantités d'actes pour faciliter les expérimentations et les déploiements. De même, une grande attention est portée à l'équipement des infrastructures routières et à la couverture des grands axes et nœuds du pays par le réseau de communication 5G-V2X.

Un tel équipement routier fait encore l'objet de débats contradictoires ailleurs dans le monde, mais plus du tout en Chine. La société Waymo aux États-Unis, qui veut développer des robotaxis aptes à rouler sur route et sur rue, s'est associée avec les autorités locales dans le cadre du projet Cavnue au Michigan (comté de Wayne) : le but est d'y tracer **des voies dédiées et bien équipées pour les véhicules autonomes** de niveau 3, 4 ou 5. Ce projet ressemble à celui qu'entend **mettre en place le gouvernement japonais à Hitachi** (préfecture d'Ibaraki), au nord de Tokyo, dans le but d'y faire circuler des bus autonomes de niveau 3, puis de niveau 4, gérés par la société Michinori Holdings.

Les véhicules autonomes développeront l'écosystème industriel

La Chine possède déjà un solide écosystème économique pour la délégation de conduite : grands constructeurs automobiles, startups de robotaxis ou de camions autonomes, équipementiers de la conduite autonome, sociétés de cartographie, de télécommunication et d'intelligence artificielle, universités, etc. Avec le déploiement des véhicules autonomes, cet écosystème se renforcera.

L'industrie des véhicules autonomes profitera de l'immense marché chinois

Les entreprises chinoises ont accès au plus grand marché intérieur de monde, totalement unifié. Or, c'est l'étendue du marché qui, souvent, permet les économies d'échelle et assure

le succès d'une nouvelle technologie. Les recherches, les développements et les commercialisations s'en trouvent facilités.

Les véhicules autonomes satisferont l'engouement des Chinois pour les nouvelles technologies

Les sondages et les mesures de consommation démontrent que les Chinois sont avides de nouvelles technologies. Les comparaisons internationales montrent qu'ils sont ceux qui attendent avec la plus grande impatience l'ère du robotaxi, du camion autonome ou du robot de livraison³².

Conduire en Chine est souvent plus éprouvant et plus dangereux qu'en Europe. On peut penser que les Chinois seront très nombreux à recourir aux services de robotaxi autonome en ville, dès que l'offre sera suffisamment abondante et le prix sera suffisamment bas.

En outre, les consommateurs chinois adoptent les nouvelles technologies bien plus vite que les Européens. Les paiements par smartphone avec WeChat et Alipay sont ainsi devenus presque les deux seuls moyens de paiement courant partout en Chine. Les véhicules autonomes sont souvent présentés comme des objets technologiques de pointe plutôt que comme des moyens de déplacement. Dans l'esprit des consommateurs chinois, les produits des nouvelles technologies sont des gages de sécurité. Cet optimisme est partagé par les trente experts chinois invités en 2023 par trois organismes : China Society of Automotive Engineers (China SAE), National Innovation Center of Intelligent and Connected Vehicles (CICV), China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles (CAICV). Nous avons déjà évoqué [leur rapport publié en août 2023](#) sur l'avancement national du programme des robotaxis, qui affirme d'emblée :

« Parmi les applications innovantes des voitures intelligentes et connectées, le robotaxi représente la forme idéale des futurs déplacements partagés. Ce sera un élément clé de la mobilité en tant que services urbains (MaaS) et un levier important dans l'avènement d'une forme nouvelle de conduite autonome et de transport en toute sécurité. Les robotaxis diminueront le nombre des accidents causés par des facteurs humains, baisseront les coûts de déplacement des voyageurs et amélioreront la sécurité et la commodité des transports publics³³. »

2. L'ambitieuse politique de la Chine en faveur de l'ICV et du véhicule autonome

Le gouvernement chinois entend faire progresser rapidement toute l'industrie des véhicules intelligents et connectés, celle du « véhicule intelligent et connecté » ou IVC (« *intelligent and connected vehicle* »). Les objectifs ont été définis dans la [Draft Strategy for Innovation and Development of ICV](#) publiée par la National Development and Reform Commission (NDRC) le

³² Voir par exemple le [rapport de MacKinsey & Company du 3 janvier 2023](#).

³³ Cet optimisme est partagé par les auteurs [du rapport publié en 2019](#) par l'Institut chinois de recherche industrielle Ruiguan.com : « La conduite autonome peut diminuer le nombre des accidents de la route de 90 %, diminuer le nombre des blessés envoyés aux urgences chaque année, diminuer le montant des primes d'assurance de plus de 80 %, raccourcir les trajets, abaisser la consommation d'énergie de 90 %, diminuer le nombre des voitures particulières de 90 %, contribuer à une réduction de 300 millions de tonnes des émissions annuelles de CO₂ des automobiles » (traduit du chinois par les auteurs de la présente étude).

5 janvier 2018. Cette Stratégie de l'ICV est bien plus large que celle qui regarde les véhicules autonomes, comme le montre [un schéma dressé par Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit \(GIZ\) en 2018](#).

La Stratégie de l'ICV prévoit que 50 % des voitures neuves vendues soient en 2020 des véhicules intelligents, que la couverture LTE-V2X dans les grandes villes et sur les autoroutes atteigne 90 % et que les services de positionnement de haute précision de Beidou³⁴ offrent une couverture complète. Pour 2025, la Stratégie prévoit que la plupart des voitures neuves en vente soient des véhicules intelligents, que le modèle « homme-véhicule-route-cloud » parvienne à un haut degré de collaboration et d'intégration et que le réseau de communication de nouvelle génération pour les véhicules (5G-V2X) réponde aux besoins du développement des véhicules intelligents. En 2030, les véhicules intelligents aux normes chinoises doivent avoir acquis une solide réputation dans le monde entier, pour faire de la Chine le leader en matière de véhicules intelligents. La Stratégie de l'ICV encourage les entreprises chinoises à coopérer avec les pays étrangers et leurs entreprises de pointe. Elle invite aussi les entreprises étrangères à participer activement au développement des véhicules intelligents en Chine.

La Stratégie de l'ICV embrasse donc les progrès à accomplir à la fois sur les « systèmes d'aide avancés à la conduite³⁵ », la délégation de conduite, la cybersécurité et les connections V2X.

3. La Stratégie du 20 février 2020 sur les véhicules autonomes vise à bâtir vite un puissant écosystème industriel

Onze administrations nationales de Chine, parmi lesquelles la puissante NDRC, ont publié le 20 février 2020, en langue chinoise, une [Stratégie pour l'innovation et le développement des véhicules intelligents](#). Celle-ci vient préciser la Stratégie de 2018, notamment sur le recours à la 5G, la collaboration internationale et les objectifs quantitatifs à atteindre.

La Stratégie de 2020 vise à mettre en place, avant 2025, un écosystème complet comprenant les innovations technologiques, les filières industrielles, les infrastructures, les réglementations, les moyens de cybersécurité, le tout en vue de permettre le développement et le déploiement des véhicules intelligents. **L'objectif est ambitieux** : produire à grande échelle, en 2025 au plus tard, des véhicules autonomes dits conditionnels (niveau 3 de SAE International) et des véhicules autonomes de haut niveau (4 ou 5). Les villes intelligentes seront équipées en transports intelligents. La 5G devra être omniprésente en ville comme sur autoroute, les autres itinéraires étant couverts par la technologie de communication LTE-V2X. La deuxième phase de la Stratégie (2035-2050) est plus vague : le but est que l'écosystème des véhicules intelligents soit entièrement achevé avant 2050, en sorte que la Chine devienne une puissance de premier plan en matière de véhicules intelligents.

Plus précisément, la Stratégie de 2020 s'articule autour des cinq objectifs suivants.

³⁴ Beidou est un système chinois de « géolocalisation et navigation par un système de satellites » (GNSS), comme l'est le Galileo européen ou le GPS américain.

³⁵ Ou ADAS, pour *Advanced Driver Assistance Systems*.

La Chine veut établir un système d'innovation technologique qui soit ouvert

L'objectif est de réaliser des percées dans les technologies essentielles : architecture de système complexe, perception de l'environnement, contrôle décisionnel intelligent, interactions homme-ordinateur, conduite conjointe homme-ordinateur, interactions véhicule-route, cybersécurité, référence spatiotemporelle de haute précision, cartographie. La Stratégie prévoit encore d'établir et d'améliorer le système d'essai et d'évaluation des véhicules intelligents et d'effectuer davantage d'expérimentations en zones pilotes.

La Chine veut construire un écosystème industriel sur toute la chaîne de valeur

L'industrie des véhicules intelligents est appelée à se transformer en profondeur, avec de nombreux travaux de recherche et développement dans de nouveaux domaines : capteurs de haute précision, puces dans les véhicules, systèmes intelligents d'exploitation, etc.

La Stratégie encourage les politiques de rupture. Les constructeurs automobiles doivent devenir des concepteurs de véhicules intelligents. Les fournisseurs de composants automobiles doivent concevoir et vendre des systèmes d'intégration. Les entreprises spécialisées dans l'IA et l'internet devront être en pointe dans les systèmes de conduite autonome. Les entreprises spécialisées dans l'information et les communications devront devenir des fournisseurs de services de données. Les entreprises spécialisées dans les infrastructures de transport devront offrir des solutions innovantes.

Les entreprises nationales et internationales sont incitées à renforcer leur coopération. Elles devront mener conjointement des activités de recherche fondamentale, de développement technologique et de commercialisation. **Les entreprises internationales sont invitées à participer au développement et au déploiement de véhicules intelligents en Chine.**

La Stratégie vise ainsi à bâtir une plateforme de coopération industrielle internationale. Elle appelle à renforcer la reconnaissance mutuelle internationale, ainsi que la certification et l'accréditation au niveau mondial.

L'importante question de la fabrication des puces électroniques pour le fonctionnement des véhicules autonomes fait partie des industries chinoises à consolider. Par exemple, le constructeur chinois Nio, pour ses systèmes d'autonomie de conduite, [s'attache à fabriquer lui-même en Chine](#) des puces gravées à 7 nanomètres, puis à 5 nanomètres.

La Chine veut mettre en place un système avancé d'infrastructures

L'objectif est de mettre en place une infrastructure intelligente pour les véhicules intelligents : aménagement d'infrastructures routières intelligentes, déploiement d'applications commerciales sous 5G, réalisation d'un réseau de communication sans fil à grande échelle pour les véhicules, déploiement de l'internet des objets à bande étroite pour les ponts, les tunnels et les parkings.

Il s'agit en outre de développer des cartographies pour les véhicules intelligents avec des normes unifiées, la géolocalisation de haute précision, l'établissement et l'amélioration des systèmes d'information géographique (SIG), la fourniture de services de données dynamiques en temps réel. La cartographie de haute définition est une technologie cruciale pour la conduite autonome. Mais en Chine, ces activités sont strictement réglementées pour des raisons de

sécurité nationale. Prévu par la Stratégie de 2020, le développement de cartographies pour les véhicules intelligents répond aux besoins de la cartographie HD tout en appelant à l'assouplissement de la réglementation.

La Chine veut vite compléter le corpus des lois et normes

La Stratégie insiste sur l'importance d'améliorer les lois et normes pour les véhicules intelligents. Les domaines prioritaires comprennent l'identification du « conducteur robot », la responsabilité, la cybersécurité et la gestion des données, ainsi que l'éthique, la clarification du droit, les obligations, la responsabilité des parties prenantes et les essais sur route. Dans ce contexte, il apparaît urgent de réviser et d'améliorer les lois chinoises sur la circulation routière, ainsi que celles sur la cartographie (voir ci-dessus).

Hors celles sur les essais, les lois chinoises n'ont pas encore été adaptées aux véhicules autonomes. Un équilibre sera recherché. Une réglementation prématurée dresserait des barrières artificielles susceptibles de retarder la croissance et le développement des technologies émergentes. À l'inverse, l'absence de lois et de règlements entraînerait des problèmes de sécurité et des oppositions aux nouvelles technologies.

La Chine veut mettre en place un système général de cybersécurité

La Stratégie met l'accent sur l'application stricte des lois et des règlements en matière de cybersécurité, ainsi que sur le niveau de protection, l'amélioration du système de gestion de la cybersécurité, l'établissement d'un système de responsabilité en matière de sécurité couvrant les maillons essentiels de la chaîne industrielle : constructeurs automobiles, fournisseurs de composants électroniques, opérateurs de réseaux, fournisseurs de services, etc.

Il s'agit de renforcer la supervision et la gestion de la sécurité des données. Cela exige d'établir un mécanisme de gestion de la sécurité couvrant l'ensemble du cycle de vie des données, de définir les responsabilités en matière de protection de la sécurité des données, de mettre en œuvre une gestion classifiée et hiérarchique des données importantes, d'assurer la sécurité et la contrôlabilité des informations sur les utilisateurs, des informations sur les véhicules, des informations géographiques de cartographie et de renforcer l'évaluation de la transmission transfrontalière des données.

Chapitre 4

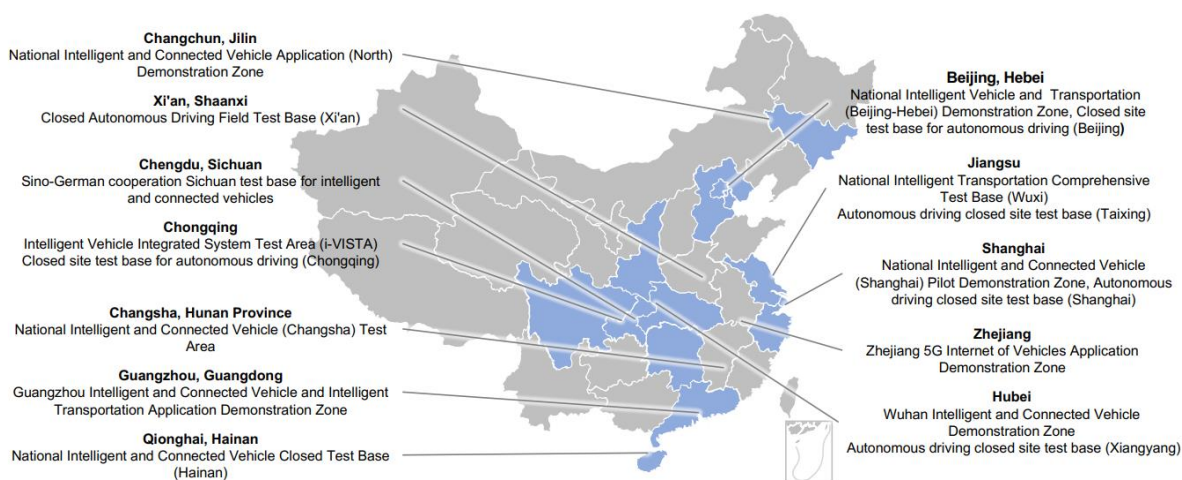
Recherche, développement et déploiement : l'industrie chinoise de la conduite autonome progresses très vite

1. La Chine s'appuie sur un vaste et puissant réseau de zones d'essai et d'instituts de recherche

Les autorités nationales, régionales et locales apportent en Chine un fort soutien aux recherches et développements concernant l'autonomie de conduite.

Dans [un rapport du 16 mars 2023](#), la société China Automotive Technology and Research Center et le National Technical Committee of Auto Standardization de Chine ont rappelé que le ministère chargé de l'Industrie et des Technologies de l'information, le ministère de la Sécurité publique et le ministère des Transports contribuaient activement à la construction de zones d'essai pour les véhicules intelligents et connectés : 17 sites d'essai au niveau national sont déjà ouverts et plus de 20 sites sont soutenus par les gouvernements locaux. La carte suivante situe les 12 principaux sites d'essai.

Carte 1 – Les douze principaux sites d'essai pour véhicules autonomes en Chine



Source : [Development status of ICV industry and standard system in China](#)

L'un de ces sites est le fruit d'une coopération entre l'Allemagne et la Chine à Chengdu, la capitale de la province du Sichuan. Il s'étend sur 50 km² et sera élargi à 200 km² en 2025.

Dans de nombreux cas, les villes chinoises mettent en œuvre des projets de développement en « intelligence duale », à savoir des projets qui combinent des systèmes de véhicules intelligents et des villes intelligentes (*Smart Cities*). Deux groupes de villes pilotes ont été désignés en avril et décembre 2021 par les autorités nationales : Beijing, Changsha, Guangzhou, Shanghai, Wuhan et Wuxi d'une part, Cangzhou, Chengdu, Chongqing, Hefei, Jinan, Nanjing, Shenzhen, Wuhu, Wiamen et Zibo d'autre part.

Des centres publics ou publics-privés de recherche ont été institués dans de nombreuses villes. Au niveau national par exemple a été constitué le 19 mai 2018, par 23 parties prenantes (publiques et privées), le China Intelligent and Connected Vehicles (Beijing) Research Institute (CICV). La société française Bureau Veritas a fondé en mars 2023 avec le CICV le National Smart Network Connected Vehicle Innovation Center (NSNCVIC) à Suzhou (Jiangsu).

Les autorités publiques prennent encore à charge l'équipement des infrastructures routières, considéré partout comme indispensable aux essais et aux déploiements rapides et sûrs des véhicules autonomes sur route ouverte.

Selon le même rapport du 16 mars 2023, **plus de 6 000 ensembles d'unités en bord de route** (UBR en français, *Road Side Units* ou RSU en anglais) ont déjà été installés en Chine, dans les villes le plus souvent. Sur les routes et dans les rues ouvertes, ces équipements sont souvent installés aux intersections de voies routières afin de faciliter la circulation des véhicules autonomes en toute sécurité.

Depuis 2018, en lui réservant la bande 5,9 GHz, la Chine a fait le choix de déployer la technologie (dite cellulaire) **C-V2X**, de préférence aux DSRC (*Dedicated Short Range Communications*, appelées souvent Wi-Fi). La technologie C-V2X [est promue par la 5G Automotive Association](#) (5GAA). La Chine a ainsi pris de l'avance sur les États-Unis et l'Union européenne. Les applications commerciales ont commencé dès 2019. [L'écosystème industriel chinois est déjà riche](#). L'équipement national est largement engagé, comme le montre par exemple [un rapport publié le 21 novembre 2022](#) sous le titre *C-V2X Vision in the Chinese Roadmap : Standardization, Field Tests, and Industrialization*.

Les constructeurs automobiles sont de plus en plus nombreux à vendre des véhicules équipés pour les connexions C-V2X que la Chine veut promouvoir sur tous les grands axes et dans toutes les grandes agglomérations. Six modèles de voiture sont présentés dans le même rapport du 16 mars 2023.

2. Les entreprises déployant des véhicules autonomes au niveau 4 sont de plus en plus nombreuses et performantes

Comme l'a écrit dès 2019 Jean-Pierre Corniou³⁶, un ancien cadre dirigeant du groupe Renault, « c'est sur le terrain de la voiture autonome que la Chine développe ses compétences pour

³⁶ Corniau J.-P. (2019), *Et la voiture du xx^e siècle sera... chinoise*, Clichy, Éditions Marie B. Le livre est préfacé par Nicolas Chapuis, ancien ambassadeur de l'Union européenne en Chine.

faire mieux et plus vite que ses concurrents. Elle est armée pour le faire grâce à ses progrès en informatique et technologies de communication qui en font un acteur au moins au même niveau que les États-Unis. »

Selon la société indienne Tracxn³⁷, une société de conseil sur les startups et les nouvelles technologies, il n'y avait pas moins de 128 startups travaillant à faire circuler des véhicules autonomes en Chine en mars 2023. On trouvera ci-dessous la liste des entreprises les plus notables. Elle n'est pas exhaustive.

AllRide.ai

Fondée en 2018, la société chinoise AllRide.ai effectue des essais de robotaxis à Suzhou (province du Jiangsu).

Autowise.ai

Fondée en août 2017, la société chinoise Autowise.ai (ou Autowise, ou Shanghai Xiantu Intelligent Technology Co. Ltd.) vend des matériels autonomes pour le nettoyage des rues, notamment à Beijing, Guangzhou, Nanjing, Suzhou, Tangshan et Zhengzhou, mais aussi aux États-Unis (Chicago, Phoenix, etc.) et en Europe, en Arabie saoudite et ailleurs au Proche-Orient. En mars 2024, [l'entreprise a annoncé](#) avoir 300 nettoyeuses autonomes dans le monde en service commercial dans une trentaine de villes. Ces nettoyeuses de voirie sont supervisées à distance par une plateforme appelée Radar24 où un opérateur suit de cinq à dix véhicules en même temps.

AutoX

Fondée en 2016 à Shenzhen, [la société AutoX](#) expérimente ses robotaxis dans de nombreuses villes chinoises ainsi qu'en Californie. Elle dispose d'un millier d'ingénieurs et de techniciens dans ses centres de R & D et d'opérations à Beijing, Guangzhou, Shanghai et Shenzhen, et dans la Silicon Valley (Californie). Elle offre un service de transport payant par robotaxi dans le district de Jiading à Shanghai et, avec des Chrysler Pacifica, dans le district de Pingshan à Shenzhen. Elle dispose d'un peu plus de 1 000 robotaxis pour ses essais et exploitations.

Dans [une interview donnée en août 2023](#), son fondateur Jianxiong Xiao a précisé que son entreprise se concentrait sur les robotaxis, délaissant les autres véhicules autonomes (poids lourds, bus, etc). Il se déclarait très confiant : « Bientôt, les robotaxis seront aussi courants que les smartphones. [...] Beaucoup surestiment la vitesse de développement à court terme, et sous-estiment la vitesse de développement à long terme. »

Baidu

La société Baidu a commencé ses travaux sur les voitures autonomes en 2013. Son service s'appelle Apollo Go. Sans personnel de sécurité à bord (niveau 4), des robotaxis d'Apollo circulent déjà, avec ou sans personnel de sécurité à bord, dans dix villes chinoises. Au début de 2023, Baidu a précisé que ses véhicules avaient déjà parcouru, pour des expérimentations au niveau 4 (avec personnel de sécurité à bord), quelque 50 millions de kilomètres. Selon [le portail allemand Statista](#), Baidu a effectué 3,67 millions de kilomètres d'essais à Beijing

³⁷ Voir « [Autonomous Vehicles Startups in China](#) », 16 juin 2023.

entre 2018 et 2021. En janvier 2024, les robotaxis d'Apollo étaient déployés dans dix villes chinoises, le nombre des courses se montant déjà à 5 millions. Des robotaxis de Baidu circulent en service commercial sans personnel de sécurité à bord à :

- **Chongqing** depuis août 2022, de 9 h 30 le matin à 16 h 30 l'après-midi dans le district de Yongchuan (30 km²) ;
- **Wuhan** depuis août 2022, d'abord de 7 h du matin à 11 h du soir dans la zone de développement économique et technologique de Wuhan dite Auto City (13 km²), mais à la fin de 2023 avec 300 robotaxis roulant dans une aire de 3 000 km² peuplée de 7,7 millions d'habitants, la flotte de robotaxis et les aires de circulation étant constamment en expansion³⁸, voir la [vidéo du 24 février 2023 diffusée sur YouTube par ShanghaiEye en mars 2023](#) ;
- **Beijing**, depuis avril 2023, sur un territoire de 500 km² dans la zone de développement économique de Yizhuang (dans le sud de Beijing)³⁹ ;
- **Shenzhen** depuis juin 2023 dans le district de Pingshan, [dans une zone de 188 km² de 7 h du matin à 22 h](#).

La Beijing High-level Automated Driving Demonstration Area (BJHAD) de Yizhuang à Beijing où Baidu offre ses services de robotaxis a été étendue en septembre 2023 à trois itinéraires menant à Beijing Daxing International Airport. Cette extension a permis [aux robotaxis de Baidu de conduire ses clients jusqu'à ce nouvel aéroport international dès le 1^{er} octobre 2023](#) pour 299 yuans (environ 38 euros). De même, ses robotaxis peuvent désormais circuler à Wuhan jusqu'à l'aéroport international de Wuhan-Tianhe (à quelque 25 km du centre-ville).

La société Baidu a récemment annoncé que son intention était de déployer des services commerciaux de robotaxis dans 65 villes chinoises en 2025, et dans 100 villes chinoises en 2030. Mi-2023, elle a dévoilé son projet de déployer 100 000 voitures autonomes de niveau 4 appelées RT6, d'un coût très bas (250 000 yuans, environ 33 000 euros⁴⁰) par rapport aux voitures autonomes en service actuellement en Chine. Depuis août 2021, la plateforme des services commerciaux de Baidu porte le nom chinois de Luobo Kuaipao (parfois traduit en anglais par Carrot Run ou Radish Run).

Baidu s'est associée mi-2023 avec la société chinoise Geely, le partenaire de Renault dans Horse (la nouvelle coentreprise fondée mi-2023 pour construire des groupes motopropulseurs thermiques et hybrides). Le dessein est de développer, dès la fin de 2023, une nouvelle marque de voitures électriques de haut de gamme (**Ji Yue**), équipées de moyens d'autonomie aussi avancés que possible.

³⁸ En août 2023, les robotaxis d'Apollo Go [ont commencé à desservir l'Aéroport international de Wuhan Tianhe](#) (à 26 km au nord du centre-ville). En mars 2024, les services de transport [ont commencé à être offerts 24 heures sur 24](#) dans quelques quartiers de la ville.

³⁹ Un auteur de la présente étude, avec une application de smartphone, a commandé un robotaxi de Baidu le 3 septembre 2023 dans le quartier de Yizhuang à Beijing. Ce service est gratuit. Les destinations possibles sont prédéfinies. Il n'y a ni conducteur ni agent de sécurité à bord. La vitesse de croisière est de 55 km/h, la vitesse maximale autorisée à Beijing étant en général de 60 km/h. Le robotaxi s'est parfaitement comporté ce jour-là, évitant avec adresse tous les piétons et les deux-roues dont les mouvements étaient imprudents.

⁴⁰ En mai 2024, Baidu a annoncé un prix encore plus bas : 26 000 euros par robotaxi.

DeepRoute.ai

Fondée en 2019 et basée à Shenzhen, la société DeepRoute.ai expérimente, avec son système de conduite au niveau 4, des robotaxis et des petits camions à Shenzhen (province du Guangdong).

Didi Global

De loin la plus grande plateforme de VTC au monde, la société chinoise Didi Global (ou DiDi) est engagée, [par sa filiale Didi Autonomous Driving fondée en 2019](#), dans l'autonomie de conduite au niveau 4. Elle exploite déjà des robotaxis, au nombre de 200 en mars 2023 à Shanghai et ailleurs, ainsi que des camions semi-autonomes. Ses opérations commerciales (payantes) de robotaxi ont commencé dans le district de Huadu à Guangzhou en mars 2023.

Au début de 2023, la société a annoncé son intention de déployer en masse, en partenariat avec des constructeurs d'automobiles, ses propres robotaxis en Chine dès 2025. Au même moment, la société a présenté un *concept car* très futuriste appelée DiDi Neuron.

L'activité de camions autonomes de DiDi Autonomous Driving s'appelle Kargobot. En mars 2023, la société exploitait 100 camions autonomes (avec assistance), qui lui ont déjà rapporté un chiffre d'affaires de 100 millions de yuans (environ 13 millions d'euros).

En 2023, la société française Valeo a annoncé une « coopération stratégique » avec DiDi Autonomous Driving. Selon [le communiqué de Valeo du 29 mai 2023](#), « Valeo et SiDi Autonomous Driving mettront en place une équipe commune de recherche et développement pour développer des systèmes de sécurité toujours plus performants pour les prochains robotaxis de niveau 4. »

Dongfeng Motor

Fondée en 1969 et basée à Wuhan (province du Hubei), deuxième constructeur chinois d'automobiles, la société chinoise Dongfeng Motor travaille depuis longtemps sur l'autonomie de conduite. Dongfeng Sharing, pour tout ce qui regarde l'autonomie de conduite, [a été autorisée en juillet 2023](#) à exploiter commercialement des bus autonomes et des robotaxis dans la zone de développement économique et technologique et dans le district de Hanyang à Wuhan (province du Hubei).

Fondée en 1954 et basée à Liuzhou dans la province du Guangxi, [sa filiale Dongfeng Liuzhou Motor Co.](#) étudie l'autonomie de conduite, avec le concours de Huawei, pour des camions autonomes et divers véhicules utilitaires.

FABU

Fondée en 2017, la société chinoise FABU [développe notamment des véhicules autonomes dans les ports de Chine](#), par exemple au terminal de Meishan dans le port de Ningbo-Zhoushan (plus grand port du monde, avec 33 millions de conteneurs en 2022).

FAW Group

Troisième constructeur automobile en Chine, entreprise publique, FAW Group produit des voitures, bus et camions. Elle [a reçu l'autorisation d'effectuer des essais](#) à la Beijing High-level

Automated Driving Demonstration Area (BJHAD) dans le quartier de Yizhuang à Beijing en août 2023, pour ses robotaxis (niveau 4) de la marque premium Hongqi.

Haomo.ai

Soutenue par le constructeur Great Wall Motors (GWM) dont elle était une division jusqu'en novembre 2019, la jeune société Haomo.AI Technology développe des systèmes d'autonomie de conduite. En janvier 2023, elle a annoncé [construire le plus grand système informatique en Chine](#) pour développer la conduite autonome (MANA OASIS, d'une puissance de 670 pétaFLOPS), en collaboration avec un *cloud* de la société chinoise ByteDance. Selon la société, ce superordinateur, en franchissant – [comme le fait Tesla](#) – une nouvelle et importante étape dans l'autonomie de conduite, permettra de passer à l'ère 3.0 fondée sur de très grandes masses de données⁴¹. La société vend des services d'autonomie de conduite, notamment dans le domaine de la logistique. Elle vend aussi des droïdes autonomes aux grandes entreprises de commerce en ligne (Alibaba, Meituan, etc.).

Huawei Technologies

Fondée en 1987 et basée à Shenzhen (province du Guangdong), la société chinoise Huawei Technologies, dont [la marque fait partie des dix plus grandes au monde dans le domaine des hautes technologies](#), développe des composants et des systèmes avancés pour l'autonomie de conduite. Huawei considère que dans certaines villes, 40 % des voitures seront autonomes en 2030. La société investit environ 1 milliard de dollars par an dans la R & D relative à l'autonomie de conduite.

Inceptio Technology

Fondée en 2018 et basée à Shanghai, [la société chinoise Inceptio Technology](#) développe des camions autonomes. Elle entend tisser et exploiter en Chine un réseau national de camions autonomes. La société dispose d'un centre de R & D en Californie.

JD Logistics

La société chinoise JD Logistics, filiale de JD.com, développe et fait circuler en Chine des centaines de droïdes de livraison, par exemple dans [les rues de Tianjin](#). On peut lire sur le blog de la compagnie [JD.com en juillet 2023](#) :

« À l'heure actuelle, plus de 600 véhicules autonomes de JD Logistics sont en service dans trente villes de Chine. Ils desservent un large éventail d'environnements différents, notamment des centres commerciaux et des immeubles de bureaux. Ces robots offrent non seulement aux clients une multitude d'options de livraison flexibles, mais ils permettent aussi aux supermarchés de proposer des services de livraison à la demande. Certains véhicules sont équipés d'un système avancé de stockage de froid et de chauffage pour les produits alimentaires : ils élargissent ainsi la gamme de marchandises que JD Logistics peut livrer aux clients. La flotte comprend encore des robots de livraison en intérieur : ils effectuent leurs tournées dans les centres commerciaux et les immeubles de bureaux de plus de dix villes, dont Beijing et Shanghai⁴². »

⁴¹ L'ère 2.0 est définie comme étant celle des logiciels et l'ère 1.0 celle des équipements.

⁴² Traduction des auteurs.

King Long

Fondée en 1988, avec un siège à Xiamen (province du Fujian), filiale de Xiamen Automotive Industry Corporation, la société King Long construit de petits véhicules utilitaires, fourgons, autobus et autocars. En coopération avec Baidu, elle vend des navettes autonomes appelées [Apolong](#). En 2024, [deux de ces bus](#) sont exploités en mode autonome (niveau 4) dans la zone de Yizhuang à Beijing ; ils y avaient déjà parcouru 6 000 km en mars 2024.

Li Auto

Fondée en 2015 et basée à Beijing, Li Auto construit des voitures électriques, et travaille à les équiper de système d'autonomie avancée. En janvier 2024, la société américaine Nvidia a fait savoir qu'elle équiperait les véhicules de Li Auto de [sa nouvelle puce électronique Drive Thor](#) (2 pétaFLOPS), ainsi que ceux des constructeurs chinois Great Wall Motors (GWM), Zeekr (filiale de Geely Automobile) et Xiaomi.

Mogo

Fondée à Beijing en 2017 par un ancien cadre de Baidu et Didi, soutenue par Tencent, la société Mogo (ou Mogo.ai) [développe des technologies d'autonomie de conduite](#) pour différents types de véhicules autonomes : robotaxi, robobus, robodistributeur, robotlivreur, navette, balayeuse de voirie, etc.

Momenta

Fondée en 2016 et basée à Beijing, [Momenta](#) est une startup chinoise qui offre des solutions d'autonomie de conduite. Elle jouit [d'une grande expertise en matière d'apprentissage profond](#). Elle est soutenue par le chinois SAIC (Shanghai Automotive Industry Corporation) et par l'américain [General Motors](#).

Neolix Huitong (Beijing) Technology Co.

Fondée en 2018 en Chine, basée à Beijing, la société Neolix est spécialisée dans les droïdes de livraison sur route. En 2023, elle a distribué ses droïdes autonomes dans douze pays. En mai 2023, elle a annoncé une collaboration avec China Mobile et Huawei pour recourir à une nouvelle technologie de télécommunication pour ses droïdes de livraison dans Yizhuang, le quartier d'affaires dans le sud de Beijing. Elle développe ses services, entre autres, dans le district de Pingshan à Shenzhen.

En janvier 2024, les autorités chargées des autorisations dans le quartier de Yizhuang à Beijing [ont annoncé](#) que [Neolix allait y faire des essais de véhicules de patrouille](#), une première en Chine. **Quinze véhicules de police** circuleront nuit et jour au niveau 4, sans personnel à bord, en coordination avec la branche de Daxing du Beijing Municipal Public Security Bureau. Ces véhicules pourront changer leurs batteries en trente secondes, et leur batterie leur donnera une autonomie de 100 km.

Nissan

La société japonaise Nissan, associée au français Renault, expérimente des robotaxis depuis 2023 à Suzhou (province du Jiangsu).

OnTime

Fondée en 2019, la grande plateforme de mobilité OnTime fait des essais de robotaxi à Guangzhou (province du Guangdong).

Pony.ai

La société chinoise Pony.ai a été fondée à Fremont (Californie) en 2016 par James Peng et Tiancheng Lou, auparavant ingénieurs pour les véhicules autonomes au sein de Baidu. Elle a des centres de R & D à Guangzhou (Chine), Shanghai et Shenzhen. La société Pony.ai **développe trois activités principalement** : les robotaxis, les camions autonomes (activité de *robotrucks* appelée PonyTron), la conduite intelligente des voitures particulières (activité appelée POV pour *personally owned vehicles*). Elle expérimente ses véhicules en Chine et en Californie. Elle a une valorisation de 45 milliards de yuans (environ 6 milliards d'euros).

S'agissant des **robotaxis**, selon [le portail allemand Statista](#), Pony.ai a effectué 1,72 millions de kilomètres d'essais à Beijing entre 2018 et 2021. Depuis décembre 2022, Pony.ai est autorisée par la ville de Beijing à proposer des services commerciaux de robotaxis sans personnel de sécurité à bord à Yizhuang, dans le sud de la ville. Pour ses services de robotaxi, Pony.ai recourt à la plateforme Caocao Mobility du constructeur chinois Geely.

Pony.ai **a été autorisée en avril 2023** à déployer des robotaxis dans le district de Nanshan à Guangzhou, pour y offrir des services commerciaux de transport sans personnel de sécurité à bord. De même, en juin 2023, la société **a été autorisée par la ville de Shenzhen** à offrir des services commerciaux de robotaxi sans personnel de sécurité à bord (comme Baidu).

En août 2023, Pony.ai **a annoncé la fondation d'une coentreprise** avec Toyota Motor (China) Investment Co. (TMCI) et GAC Toyota Motor Co. (GTMC) pour préparer le déploiement à grande échelle de robotaxis.

En essai ou en exploitation, Pony.ai faisait circuler en septembre 2023 **environ 200 robotaxis de marques Toyota et Lexus** à Beijing, Guangzhou, Shanghai et Shenzhen. Les circulations commerciales s'y font entre 7 h et 23 h.

Concernant **les camions autonomes**, Pony.ai a fait savoir en octobre 2023 qu'elle avait déjà effectué 3 millions de kilomètres d'essais, et 610 000 kilomètres d'exploitation commerciale (pour un total de 400 000 tonnes de fret).

S'agissant de **la conduite intelligente des voitures particulières**, Pony.ai coopère avec la marque Jishi du constructeur BAIC Motor (dont le siège est à Beijing) pour développer un modèle de SUV au niveau 2 (dans la partie la plus haute de ce niveau).

En octobre 2023, Pony.ai a reçu **un investissement financier de 100 millions de dollars américains du NEOM Investment Fund (NIF)**, en échange de quoi la société développera, produira et livrera des services d'autonomie de conduite à NEOM et dans les marchés alentour. Le NIF est le fonds permettant notamment la construction du très ambitieux projet d'urbanisme NEOM (26 000 km²) dans la province de Tabuk en Arabie saoudite.

Le 7 mars 2024, Pony.ai **a signé en Californie un Memorandum of Understanding (MoU)** avec le ministre de l'Économie, des PME, de l'Énergie et du Tourisme du Luxembourg, en présence

du ministre des Affaires étrangères et du Commerce extérieur du même pays européen⁴³, en vue de **fonder au Luxembourg un centre européen de R & D et de déploiement des véhicules autonomes**.

En mars 2023, selon Pony.ai, les véhicules autonomes de la société chinoise avaient déjà parcouru un peu plus de **30 millions de kilomètres** (essais et déploiements commerciaux).

QCraft

Fondée en 2019, la société QCraft expérimente des voitures autonomes à Suzhou (province du Jiangsu) depuis mai 2022. Avec Beijing Public Transport Group, Yizhuang Operating Company et Foton AUV, elle **a obtenu en octobre 2023** de la Beijing High-level Automated Driving Demonstration Area (BJHAD) une licence pour faire des essais au niveau 4 avec des bus autonomes plus longs que des navettes. En mars 2023, QCraft avait été autorisée à des essais pour des navettes autonomes appelées Longzhou ONE.

SAIC Mobility

Filiale du constructeur chinois SAIC Motor, SAIC Mobility, fondée en 2018, fait des essais de robotaxi à Shanghai, Suzhou (province du Jiangsu) et Shenzhen (province du Guangdong).

T3 Mobility

Fondée par Alibaba et Tencent en 2019, la plateforme chinoise de mobilité T3 Mobility effectue des essais de robotaxis à Suzhou (province du Jiangsu).

TrunkTech

Fondée en 2017, basée à Beijing, soutenue notamment par la société Nio, l'allemand Bosch et la société GLP de Singapour (appelée autrefois Global Logistic Properties Limited), plus récemment par le constructeur BAIC, **la société chinoise TrunkTech** développe des technologies d'autonomie de conduite (système appelé Trunk Master) au niveau 4 pour les camions. La société a livré plus d'une centaine de camions totalement autonomes dans des terminaux autonomes de port en Chine : à Tianjin, Ningbo-Zhoushan, etc.

TuSimple Holdings

Fondée aux États-Unis en 2015 par deux Chinois (Mo Chen et Xiaodi Hou), la société TuSimple Holdings travaille à l'autonomie de conduite des poids lourds. Au début de décembre 2023, en se concentrant sur l'Asie, la société a annoncé délaier ses activités aux États-Unis en y réduisant de 75 % son effectif.

En 2023, elle a entrepris des essais de camions autonomes (niveau 4) au Japon sur la Tomei Expressway qui relie Tokyo, Nagoya et Osaka. Inquiet du manque de conducteurs de poids

⁴³ Le ministre des Affaires étrangères et du Commerce extérieur du Luxembourg **a déclaré à cette occasion** : « Le fait que Pony.ai ait choisi le Luxembourg reconferme l'environnement excellent qu'offre le Grand-Duché aux entreprises innovantes. Nous disposons d'un écosystème numérique qui permet un traitement hautement performant, fiable et sécurisé des données. En outre, il existe une synergie entre l'expertise technique de Pony.ai et les stratégies de développement national du gouvernement qui visent à catalyser la recherche et le développement technologique, la création d'emplois locaux, le développement des compétences et la croissance économique durable. »

lourds, le gouvernement du Japon veut en effet favoriser le développement des camions autonomes. Il est envisagé de réserver une voie pour les poids lourds autonomes sur quelques sections de la Tomei Expressway.

UISEE

Fondée en 2016 à Beijing, la société UISEE [développe des véhicules autonomes](#) : robotaxis, droïdes de logistique, matériels routiers en aéroport, bus autonomes, etc. Avec la société Teksbotics, [elle avait livré en février 2024 plus de 50 véhicules sans conducteur](#) à l'aéroport international de Hong Kong : des voitures de patrouille (APC, *Autonomous Patrol Cars*), des tracteurs pour le transport des bagages entre SkyPier et le Baggage Hall du Terminal 1 (AET, *Autonomous Electric Tractors*) et des bus. En février 2024, UISEE a déclaré que ses véhicules sans conducteur avaient déjà parcouru 700 000 kilomètres.

Westwell Lab

Fondée en 2015 et basée à Shanghai, la société [Westwell Lab](#) développe des solutions d'autonomie de conduite. Elle a déployé des matériels routiers sans conducteur de types variés pour des activités de logistique (notamment dans les ports). En 2020, elle a commencé [une collaboration avec Hutchinson Ports Holdings](#), grand opérateur de terminaux portuaires qui siège à Hong Kong, pour déployer ses camions Q-Truck dans le port de Laem Chabang en Thaïlande, et 100 autres Q-Truck dans le port de Felixstowe en Grande-Bretagne (dont 34 étaient déjà livrés au début de 2024). En février 2024, la société Westwell Lab a annoncé installer un centre de R & D à Hong Kong.

XPeng

Soutenue par Alibaba, fondée en 2014, la société XPeng est activement engagée dans la compétition internationale concernant les voitures autonomes. Elle a construit un très puissant système d'information pour l'autonomie de conduite (Fuyao, d'une puissance de 600 pétaFLOPS) en collaboration avec un *cloud* d'Alibaba. XPeng est aussi un grand constructeur de voitures électriques à batterie. Elle s'est alliée au groupe Volkswagen en 2023 pour produire des voitures électriques en Chine.

WeRide

Fondée en 2017 à Guangzhou, la société WeRide expérimente des robotaxis dans quelque 26 villes du monde, surtout en Chine. Pour son système d'autonomie de conduite, elle travaille en partenariat avec l'allemand Bosch. La société [a aussi développé](#) un petit bus autonome (appelé Robobus ou Mini Robobus), un véhicule autonome de livraison (droïde appelé Robovan en coopération avec le constructeur Jiangling Motors et le logisticien ZTO Express) et un véhicule autonome pour le nettoyage des rues (appelé Robo Street Sweeper ou Robosweeper, expérimenté sur route ouverte depuis mai 2022 dans le district de Nansha à Guangzhou).

En 2021, WeRide a procédé à [une levée de fonds](#) pour un montant de 600 millions de dollars américains. En octobre 2018, Alliances Ventures, société de capital-risque de Renault-Nissan-Mitsubishi, [est devenue partenaire](#) de WeRide.

En février 2023, WeRide et les autorités locales ont ouvert des lignes de bus autonome à Guangzhou, en partie sans conducteur ni agent de sécurité à bord, en partie avec conducteur de sécurité (voir [la vidéo de CN Walking diffusée le 6 avril 2023 par YouTube](#)).

Le 30 juin 2023, WeRide a été autorisée par licence à faire circuler des robotaxis sans agent de sécurité à bord dans la Beijing High-level Automated Driving Demonstration Area (BJHAD, étendue d'abord sur 60 km², puis 160 km² fin 2023 et 500 km² mi-2024) dont nous avons déjà parlé, située dans le quartier de Yizhuang (district de Daxing) à Beijing. La BJHAD actuelle (appelée aussi Beijing E-Town), dans sa dimension initiale de 60 km², comprenait 750 km de rues et 300 carrefours, où circulaient des robotaxis de Baidu, Pony.ai et WeRide. Au quatrième trimestre de 2023, les robotaxis de WeRide [ont été autorisés](#) à relier Yizhuang au nouvel aéroport international de Pékin-Daxing. Fin novembre 2023, WeRide a été autorisée à proposer dans ce quartier de Beijing [des services commerciaux de robotaxis](#) : de 9 h à 17 h, des robotaxis sans personnel de sécurité à bord feront monter et descendre des voyageurs dans l'un ou l'autre des 242 points d'arrêts dans Yizhuang.

Le 3 juillet 2023, [les Émirats Arabes Unis ont annoncé](#) avoir délivré à WeRide, comme à la société américaine Cruise, une licence pour faire circuler des véhicules autonomes de niveau 4 dans tout le pays, après une année [d'essais sur route](#).

Au début de 2024, les véhicules autonomes de WeRide avaient parcouru, en essai ou en déploiement, un peu plus de 25 millions de kilomètres.

Entre fin mai et début juin 2024, WeRide et Renault ont fait circuler à Paris en démonstration un minibus autonome à l'occasion du tournoi de tennis de Roland-Garros. Un agent de sécurité était toujours présent à bord du minibus.

Fin 2023, WeRide a été classée huitième sur la liste « *Change the World* » des 59 meilleures entreprises du monde au regard des impacts sociétaux et environnementaux. La liste est dressée chaque année par le grand magazine américain *Fortune*.

White Rhino

Fondée en 2019, la société White Rhino (ou Rino.ai) a reçu en juin 2023 [l'autorisation, du district de Pingshan, d'effectuer des essais et expérimentations de droïdes de livraison](#) (sans conducteur) à Shenzhen.

Xijing Technology

La société chinoise Xijing Technology [développe des camions autonomes](#), surtout dans des ports maritimes ou fluviaux, des ports secs, des sites industriels, en Chine comme dans beaucoup d'autres pays. Elle propose une gamme de véhicules et solutions : [Qomolo ONE](#), Q-Truck, E-Truck, Q_Tractor T40, etc.

Zelos Technology

Fondée en 2021, la société chinoise [Zelos Technology](#), dont le siège est à Suzhou et dont les bureaux sont aussi à Beijing, à Singapour et en Californie, développe des petits véhicules autonomes de livraison au niveau 4. [Plus de 100 véhicules autonomes sont en 2023 utilisés à Suzhou](#) (province du Jiangsu). En février 2024, Zelos [a annoncé](#) avoir clos un tour de table en série A de 100 millions de dollars américains, dans un financement dirigé par Meituan.

Zhijia Technology

Zhijia Technology est une société chinoise [qui résulte de la séparation des activités de l'américain Plus](#) entre les États-Unis et la Chine. Elle travaille sur l'autonomie des camions.

3. Des expérimentations et déploiements commerciaux se font quotidiennement dans les rues de nombreuses villes chinoises

Les essais et expérimentations sont nombreux en Chine, comme nous l'avons dit à propos de l'ICV (*Intelligent and Connected Vehicles*). Des zones leur sont ouvertes dans de nombreuses villes. Vers la mi-septembre 2023, le ministère chinois de l'Industrie et des Technologies de l'information [a décompté](#) 15 000 km de routes et rues ouvertes aux essais de véhicules autonomes, des voitures le plus souvent. **70 millions de véhicules-kilomètres au moins ont été totalisés en expérimentation.** Outre [17 sites nationaux](#) d'essais⁴⁴ (22 000 km de voies ouvertes en décembre 2023), il y avait 16 villes pilotes, 7 zones pilotes de recherches et d'expérimentations en réseau de niveau national⁴⁵ et 7 000 km de voies équipées.

Le 26 octobre 2023, [les représentants du ministère des Transports](#) ont fait valoir que [les 14 cas d'usage que le ministère avait définis en 2022 en matière de conduite autonome avaient tous progressé](#) : transport urbain de voyageurs, transport de marchandises sur route, services de livraison, opérations dans les ports, etc. Dans les douze derniers mois, **1 000 véhicules autonomes de plus dans 100 zones différentes ont été mis en circulation en Chine.** Dans le quartier de Yizhuang à Beijing, les véhicules autonomes ont déjà parcouru 17 millions de kilomètres, dont 9,6 millions en service commercial et 2,1 millions sans conducteur⁴⁶. Environ 200 camions sans conducteur ont été mis en service dans plusieurs grands ports : Shanghai, Shenzhen (terminal intelligent à conteneurs de Mawan), Tianjin, etc. En insistant sur l'importance des *routes et installations intelligentes*, les hauts fonctionnaires ont souligné que des infrastructures routières, dès leur construction, étaient équipées de technologies, reliées à des plateformes de données, pour faciliter l'autonomie de conduite. Ils ont rappelé tout l'intérêt du premier *équipement d'autoroute intelligente à détection holographique* (connexion C-V2X) pour véhicule autonome de niveau 4, sur 56 kilomètres d'autoroute, [inauguré à Suzhou \(province du Jiangsu\) le 24 octobre 2023.](#)

Les autorités de Beijing [préparent des circulations de robotaxis entre la ville et le nouvel aéroport international de Pékin-Daxing](#), à 46 kilomètres au sud de la place Tiananmen, et cela avec Baidu (Apollo), WeRide, Pony.ai, etc. Plusieurs itinéraires [sont maintenant en exploitation](#), mais pour le moment avec l'obligation de garder un conducteur de sécurité derrière le volant.

En 2023, trente experts chinois ont été invités à réfléchir à l'avenir en répondant à l'invitation de trois organismes : China Society of Automotive Engineers (China SAE), National Innovation

⁴⁴ « National-level Test Demonstration Zones »

⁴⁵ Ces *National-level Connected Vehicle (C-V2X) Pilot Areas* sont situées à Wuxi (province du Jiangsu), Xiqing (à Tianjin), Changsha (province du Hunan), Liangjiang (à Chongqing), Xiangyang (province du Hubei), Deqing (province du Zhejiang) et Liuzhou (province du Guangxi).

⁴⁶ En janvier 2024, les autorités du quartier expérimental de Yizhuang à Beijing [ont annoncé](#) que 28 sociétés y accomplissaient alors des essais, qu'un peu plus de 800 véhicules y étaient engagés dans des activités expérimentales ou commerciales, et que le total des kilomètres parcourus y dépassait désormais 20 millions.

Center of Intelligent and Connected Vehicles (CICV), China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles (CAICV). Ils se sont réunis pour dresser [un rapport, publié en août 2023](#), sur l'avancement national du programme des robotaxis. Dans ce rapport figure une carte de février 2023 sur les zones d'essai mais aussi de déploiement commercial en Chine en 2023, qui concerne seulement les robotaxis. On trouvera ci-dessous une adaptation par les auteurs de la présente étude.

Carte 2 – Les seize aires d'essais et de déploiement commercial des robotaxis en Chine en février 2023



Note : voici la liste des seize villes et des douze sociétés qui effectuaient des essais, expérimentations ou déploiements commerciaux en février 2023, avec le nombre de robotaxis quand il est disponible : Beijing (Baidu 324, Pony.ai 30, Didi Global 9, WeRide), Changsha (Baidu 45), Cangzhou (Baidu 30), Chengdu (Baidu 8), Chongqing (Baidu 32), Dalian (Baidu 7), Guangzhou (Pony.ai 17, Baidu, WeRide, AutoX, Didi Global, OnTime), Hangzhou (DeepRoute.ai 10), Hefei (Baidu 10), Qionghai (WeRide 4), Shanghai (Baidu 140, Xiangdao Robotaxi (SAIC Mobility) 88, AutoX 75, Didi Global 30, Pony.ai), Shenzhen (Baidu 22, Deep-Route.ai 30, Pony.ai, AutoX, Xiangdao Robotaxi), Suzhou (Momenta 248, T3 Mobility 70, AllRide.ai 25, Qcraft 25, Xiangdao Robotaxi 20), Wuhan (Baidu 103, Deep-Route.ai 26), Wuzhen (Baidu) et Yangquan (Baidu 10).

Source : carte dressée par les auteurs, d'après un rapport publié en août 2023 par la China Society of Automotive Engineers (China SAE), le National Innovation Center of Intelligent and Connected Vehicles (CICV) et la China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles (CAICV).

Une [intéressante analyse critique a été menée par l'expert chinois Qiuyang Cui en septembre 2023](#) sur les déploiements commerciaux des trois sociétés faisant circuler des robotaxis à Beijing dans le quartier de Yizhuang (110 000 habitants, de nombreuses entreprises) : Baidu, Pony.ai et WeRide⁴⁷. Pour tous, selon Qiuyang Cui, le chemin de la rentabilité économique est

⁴⁷ L'expert chinois a constaté que tous les robotaxis pouvaient rouler à Yizhuang jusqu'à 60 km/h, voire 67 km/h pour ceux de Baidu. Selon lui, les évaluations préalables effectuées par les autorités nationales et surtout locales,

encore loin. On verra plus loin que Baidu par exemple, selon sa déclaration de mai 2024, vise l'équilibre de ses comptes dès 2025. Le pessimisme de Qiuyang Cui en septembre 2023 ne semble donc plus de mise neuf mois plus tard.

Les lois et règlements encadrant les expérimentations sont souvent préparés et publiés au niveau local. Le cadre juridique le plus complet aujourd'hui est celui de Shenzhen, ville de 13 millions d'habitants dans la province du Guangdong. Approuvé par le Comité permanent du 7^e Congrès populaire municipale de Shenzhen le 23 juin 2022, le « Règlement sur l'administration des véhicules intelligents connectés dans la zone économique spéciale de Shenzhen » est entré en vigueur le 1^{er} août 2022. Autorisant les expérimentations de robotaxis sur route ouverte sans personnel de sécurité à bord, l'acte couvre de nombreux aspects techniques et juridiques, y compris sur la responsabilité civile et pénale en cas d'accident. Ce règlement de Shenzhen, souvent considéré en Chine comme une référence, figure *in extenso* en [Annexe 2](#) (traduction des auteurs).

Shenzhen a l'ambition de devenir vite l'une des [agglomérations les plus avancées au monde en matière de véhicules autonomes](#). L'un de ses objectifs est le « double 100 » : avoir 100 bus sans conducteur et 100 taxis sans conducteur dans ses rues avant la fin de 2023, notamment dans le district de Pingshan, où toutes les rues sont dès maintenant légalement accessibles aux expérimentations. Les zones ouvertes aux essais vont être bientôt étendues aux districts de Bao'an et Nanshan. Mi-2023, la ville de Shenzhen avait au total ouvert 641 kilomètres de rues pour les essais de véhicules autonomes, profitant à 14 entreprises. Le dessein de la ville est de faire circuler 1 000 véhicules sans conducteur en 2025.

Les auteurs de la présente étude se sont entretenus longuement avec les autorités de Shenzhen et de son district de Pingshan le 20 octobre 2023. Le détail de cet entretien et des documents alors remis sont présentés en [Annexe 3](#).

En août 2022, la distance cumulée des expérimentations de véhicules autonomes atteignait 2,55 millions de kilomètres à Guangzhou. Dans l'île de la Rivière des Perles appelée Guangzhou International Bio Island (1,83 km²) par exemple, [une grande diversité de véhicules autonomes est déjà déployée](#) : robotaxis, robobus, nettoyeurs autonomes de voirie, droïdes de livraison...

Selon le rapport annuel sur le développement des véhicules intelligents de la Shanghai Municipal Commission of Economy and Informatization, **Shanghai** avait ouvert aux expérimentations, à la fin de 2021, un total de 1 290 km de routes (615 routes), qui ont permis

avant d'autoriser les expérimentations ou les exploitations – évaluations reprises ensuite chaque année – sont encore assez sommaires. Elles se restreignent à quelques dizaines d'indicateurs, les règles d'évaluation se construisant peu à peu. Selon Qiuyang Cui, de nombreux experts considèrent que les entreprises chinoises de robotaxis se reposent trop sur les cartes à haute définition, contrairement à Tesla par exemple, ce qui ralentit le passage aux expérimentations et au déploiement commercial. Les zones où circulent les robotaxis sont loin des centres-villes, là où la circulation est moins dense, et seulement entre 7 h et 23 h. Les robotaxis coûtent entre 500 000 et 600 000 yuans (entre 65 000 et 80 000 euros). La plupart ont besoin d'agents de sécurité à bord ou à distance, parfois aussi nombreux que les voitures à surveiller. Ainsi, dans ses centres de supervision, Baidu aurait encore un employé par voiture en circulation, et WeRide ferait suivre chaque robotaxi sans agent de sécurité par un véhicule de soutien, même si le Guide publié par le ministère chargé de l'Industrie le 21 novembre 2023 (voir [Annexe 6](#)) a autorisé un superviseur à suivre jusqu'à trois voitures autonomes sans conducteur ni agent de sécurité à bord. Un agent de sécurité coûterait entre 7 000 et 10 000 yuans par mois (de 900 à 1 300 euros). Selon l'expert, la Chine est en train de rattraper Waymo et Cruise, considérées comme les leaders, grâce à « des mesures radicales à petits pas ».

d'étudier 12 000 scénarios. En novembre 2023, [la ville a annoncé](#) avoir porté le total à 1 800 km (926 routes). La zone la plus importante est celle du district de Jiading⁴⁸ : [1 120 km de route dénombrés en mai 2023](#). En 2022, disposant déjà de zones d'expérimentation à Jiading, Fengxian et Lingang, Shanghai a ouvert [une nouvelle zone d'expérimentation pour les véhicules intelligents](#) : la Jinqiao Intelligent Connected Vehicle Testing Demonstration Zone dans la Pudong New Area. Une trentaine de kilomètres de routes publiques y sont ouverts aux expérimentations, avec 57 grands carrefours. En avril 2023, le directeur de la Shanghai Municipal Commission of Economy and Informatization a annoncé que le kilométrage des expérimentations de véhicules intelligents dans la ville était désormais supérieur à 13,27 millions.

Comme le montre [deux graphiques d'août 2023 publiés par la société de conseil britannique IDTechEx](#), le déploiement commercial des robotaxis a vraiment commencé en Chine, quoique sous des « domaines de conception opérationnelle » (*Operational Design Domains* - ODD) plus ou moins restreints. **Sans conteste, la Chine et les États-Unis sont partis en échappée.**

Selon la société londonienne BloombergNEF, il y aura [en Chine en 2030 quelque 12 millions de robotaxis](#)⁴⁹. La Chine devancerait alors les États-Unis, qui en auraient 7 millions. Selon [la société américaine d'information économique IHS Markit](#), le chiffre d'affaires des robotaxis en Chine monterait en 2030 à 1 300 milliards de yuans (environ 170 milliards d'euros), soit alors 60 % du chiffre d'affaires des taxis et VTC dans ce pays.

4. Les services commerciaux de véhicules au niveau 4 ont commencé aussi pour les droïdes de livraison ou les nettoyeurs de rue

Comme aux États-Unis, les premiers services de robotaxis en Chine se heurtent à la question de la rentabilité, tant les investissements de recherche et développement sont lourds. En Chine, le tarif des taxis est beaucoup plus bas qu'aux États-Unis et en Europe, ce qui rend plus ardue encore la valorisation économique. Parce que le déploiement est plus facile, quoique moins ambitieux, de nombreuses entreprises travaillent en parallèle sur les véhicules autonomes circulant dans des emprises fermées à la circulation publique (ports, aéroports, usines, etc.) et sur les droïdes de livraison. Des entreprises chinoises commencent aussi à exploiter ou vendre des véhicules autonomes pour le nettoyage des rues, la distribution de produits alimentaires ou les patrouilles de police.

Bien plus faciles à concevoir que le transport des voyageurs, intéressants économiquement même à petite vitesse, offrant aisément une très bonne sécurité, ces cas d'usage attireront vite de plus en plus d'investisseurs.

La société [Autowise](#), fondée à Shanghai en 2017, offre ainsi des nettoyeurs de voirie (*sweepers* en anglais), petits ou gros, toujours électriques, capables de balayer les rues de grandes villes chinoises. En essai avec conducteur ou en exploitation sans conducteur, ses

⁴⁸ Le district de Jiading (1,9 million d'habitants) à Shanghai a publié le 22 décembre 2021 [un acte important sur les politiques administratives et financières qu'il met en œuvre jusqu'en 2025](#) pour hâter à Jiading les « [quatre nouvelles modernisations](#) » de l'industrie automobile : électrification, intelligence, mobilité partagée, connectivité.

⁴⁹ Voir BloombergNEF (2023), [Electric Vehicle Outlook 2023](#).

véhicules ont déjà parcouru 5 millions de kilomètres dans le monde. Dans des enceintes fermées à la circulation publique, des premières machines circulent déjà en Europe, comme à Duisbourg en Allemagne. Un centre de supervision à distance peut prendre la main si nécessaire. Après avoir précisément cartographié un territoire, chaque véhicule autonome est capable, seul et sans assistance, de contourner des obstacles, d'effectuer des demi-tours au milieu de la circulation publique, de franchir des carrefours animés. Même si les équipements d'autonomie (lidars, caméras, systèmes d'aide à la conduite, etc.) renchérissent le prix d'un véhicule d'un montant compris entre 40 000 et 50 000 euros, les avantages économiques apparaissent sûrs grâce à l'absence de conducteur, à la possibilité de faire rouler le véhicule la nuit sans surcoût et plus sûrement (moins d'accidents).

5. La Chine du véhicule autonome tire son dynamisme d'un vaste écosystème économique, déjà fort d'au moins 6 000 entreprises

La société chinoise de consulting [JW Insights Consulting \(Xiamen\)](#) a indiqué en août 2022 que, selon la plateforme chinoise de données Qichacha (basée à Suzhou dans le Jiangsu), il y avait en août 2022 quelque 5 682 [entreprises travaillant à l'autonomie de conduite](#). Ce nombre augmente rapidement d'année en année : il est certainement supérieur à 6 000 au début 2024. C'est dans la province du Guangdong qu'on en trouve le plus : 1 523 entreprises, dont 1 028 à Shenzhen. Mais ces entreprises sont aussi nombreuses dans la province du Hebei (1 020) et dans celle du Jiangsu (354)⁵⁰.

Il est un autre progrès qui facilitera l'expansion des véhicules autonomes. La recharge électrique des véhicules autonomes sera de plus en plus facile et rapide, de jour comme de nuit. Bientôt les robotaxis se rechargeront communément, sans intervention humaine, grâce à des robots fixés sur des supports fixes ou mobiles, comme ceux que veulent déployer les sociétés chinoises [NaaS Technology](#) ou [Guoguangshunneng \(Shanghai\) Energy Technology \(GGSN\)](#).

⁵⁰ Une petite partie de ces entreprises sont citées dans un tableau instructif (11 août 2021) [d'une experte](#) appelée Shuai Chen.

Chapitre 5

La Chine et les États-Unis font la course en tête, loin devant l'Europe

Concernant les politiques et les réalisations en matière de véhicules de niveau 4, ce chapitre fait voir les différences entre la Chine, les États-Unis et l'Europe, mais aussi les similitudes.

1. États-Unis et Europe mettent peu l'accent sur le lien entre décarbonation des transports et déploiement du véhicule autonome

Dans la [Stratégie nationale bas-carbone – La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone](#), document publié par le ministère français de la Transition écologique et solidaire en mars 2020, on peut lire, à propos de l'orientation sectorielle pour les transports :

« Il est donc impératif de mobiliser conjointement les cinq grands leviers suivants :

- décarbonation de l'énergie consommée par les véhicules et adaptation des infrastructures associées ;
- amélioration de la performance énergétique des véhicules ;
- maîtrise de la croissance de la demande (pour le transport de voyageurs et de marchandises) ;
- report modal (pour le transport de voyageurs et de marchandises) vers les modes les plus économes en énergie et les moins émetteurs ;
- optimisation de l'utilisation des véhicules (pour le transport de voyageurs et de marchandises). »

L'optimisation envisagée de l'utilisation des véhicules reposerait sur le développement de l'auto-partage et du covoiturage mais n'intègre pas, du moins pas explicitement, la perspective du développement de services autonomes et partagés, en particulier avec des robotaxis de niveau 4 (sans conducteur ni personnel de sécurité à bord). Une généralisation des véhicules autonomes confortables à faible coût d'usage, toujours disponibles à proximité, supprimerait souvent à terme la nécessité de posséder des voitures individuelles. Cela réduirait considérablement le parc automobile et les espaces de stationnement. Une estimation du parc nécessaire en France a été calculée dans un article récent⁵¹ : le gain serait d'un tiers, voire de moitié.

⁵¹ Ni J., Rupin G. et Certain L. (2023), « [La mobilité idéale, réalité ou utopie ?](#) », *Revue générale des chemins de fer* (RGCF), septembre. L'article est reproduit en [Annexe 5](#).

L'argument des avantages environnementaux est aussi moins souvent mis en avant aux États-Unis.

2. La Chine et les États-Unis devancent nettement l'Europe dans la compétition

Les investissements en faveur de la conduite autonome sont nettement plus élevés en Chine et aux États-Unis qu'en Europe. Un rapport de 2021 de l'OCDE⁵² portant sur les investissements en capital-risque de 8 300 sociétés privées recourant ou travaillant à l'intelligence artificielle (IA), concluait :

« Les entreprises d'IA travaillant sur les véhicules sans conducteur et les technologies de mobilité associées ont attiré le plus d'investissements [dans l'ensemble des investissements relatifs à l'IA], drainant 19 milliards de dollars américains en fonds de capital-risque en 2020 et 95 milliards entre 2012 et 2020. Ces chiffres témoignent de la confiance dans l'énorme potentiel de l'IA pour résoudre les problèmes cruciaux de mobilité et de transport à l'avenir. La quasi-totalité de ces investissements (98 %) ont été réalisés dans des entreprises en Chine et aux États-Unis. »

Un tableau montrant les avances et les retards a été dressé par un expert (Egil Juliussen) dans un article de novembre 2022⁵³. Son analyse (cf. note en bas de page), qui porte sur vingt-huit technologies, éclaire bien les retards techniques de l'Europe.

La Chine et les États-Unis se sont lancés dans une course contre la montre. Chacun des deux pays veut être le premier à déployer à grande échelle l'autonomie de conduite au niveau 4. Au contraire souvent des Européens, les Américains se mobilisent. À preuve, par exemple, les débats qui ont eu lieu en juillet 2023 dans l'enceinte du Sous-Comité de l'innovation, des données et du commerce (dépendant du Comité du commerce et de l'énergie) à la Chambre des représentants des États-Unis. Une [audience législative](#) était organisée sur la nécessité ou non de donner un cadre législatif au niveau fédéral sur les véhicules autonomes. Elle portait ce titre très explicite quant aux trois objectifs visés : « Cadre législatif des véhicules autonomes : améliorer la sécurité, améliorer les conditions de vie et la mobilité et battre la Chine ». En préambule, la présidente du Comité du commerce et de l'énergie [a déclaré le 26 juillet 2023](#) :

« Pour les personnes handicapées, on peut imaginer les incroyables options de mobilité que les voitures autonomes offriront. Les véhicules autonomes ont le potentiel de faire tomber les barrières de transport, de gagner en opportunité, en liberté et en indépendance. Cela donnera un moyen sûr et fiable de se rendre au travail, d'aller chez le médecin, de suivre une formation et bien plus encore. Ils pourront aussi diminuer le nombre des décès et des blessés sur nos routes, dont la plupart résultent d'erreurs humaines et de conduite avec facultés affaiblies [...]. L'Amérique doit être leader, pas la Chine. Au cours du siècle dernier, les États-Unis ont montré la voie dans le secteur automobile. Nous devons nous assurer que nous continuerons d'être en tête au cours des cent prochaines années, et la promotion d'une industrie robuste des véhicules autonomes est essentielle pour atteindre cet objectif⁵⁴. »

⁵² OCDE (2021), [Venture capital investments in artificial intelligence - Analysing trends in VC in AI companies from 2012 through 2020](#), décembre. Extrait traduit par les auteurs de la présente étude.

⁵³ Juliussen E. (2022), « [Autonomous vehicles: How is Europe doing?](#) », *EE Times*, article du 22 novembre.

⁵⁴ Traduction des auteurs.

3. Avec l'appui de l'État, la France se consacre plus exclusivement au transport collectif que la Chine et les États-Unis

Dans le cadre de sa [Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée et connectée](#) (mise à jour en janvier 2023), l'État français souhaite privilégier, entre 2022 et 2025, « le déploiement de services de transports collectifs automatisés et connectés avec les modèles économiques associés ». La cible en 2030 est d'avoir en France « de 100 à 500 services de transports de voyageurs automatisés, sans opérateur à bord ». Le déploiement de robotaxis n'est pas en revanche un objectif poursuivi en France, au contraire de la Chine et des États-Unis.

Dans le cadre du plan « France 2030 », piloté par le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), un fort soutien public a été apporté à de nombreux projets de R & D, notamment en faveur des navettes et des bus. Ainsi, en mai 2023, [huit projets](#), correspondant à 80 millions d'euros d'investissement, ont été retenus dans le cadre de l'appel à projets « Mobilités routières automatisées, infrastructures de services connectées et bas carbone ». L'ensemble des projets soutenus sont présentés par *France Mobilités* sur son site Internet. Depuis 2015, on en compte **un peu plus de 150**.

Le kilométrage d'un million de kilomètres d'essais et expérimentations en France entre 2015 et 2023 est certes modeste par rapport, par exemple, à la Californie où on atteignait 10 millions de kilomètres pour la seule année 2022. Autre comparaison : dans [son rapport sur la sécurité de février 2021](#), Waymo a expliqué qu'il avait déjà fait, en mode autonome, plus de 20 millions de milles en expérimentation sur route, et plus de 50 milliards de milles en simulation. Mais le kilométrage n'est pas le seul critère à prendre en compte pour peser l'effort et évaluer le progrès.

On trouvera ci-dessous quelques exemples illustrant le fort engagement du SGPI et du ministère chargé des Transports, qui se concentre sur le transport public et collectif.

Le projet EVRA (2018-2023) porte sur 800 000 km d'expérimentation

Coordonné par l'ADEME (Agence de la transition écologique), faisant suite à un appel à projets publié par l'État en juin 2018, juste après la présentation par le gouvernement de la Stratégie nationale de développement des véhicules autonomes le 14 mai 2018, le [projet EVRA](#) (« Expérimentation du véhicule routier autonome ») est un vaste projet d'expérimentation de véhicules autonomes aux niveaux 4 et 5 en France.

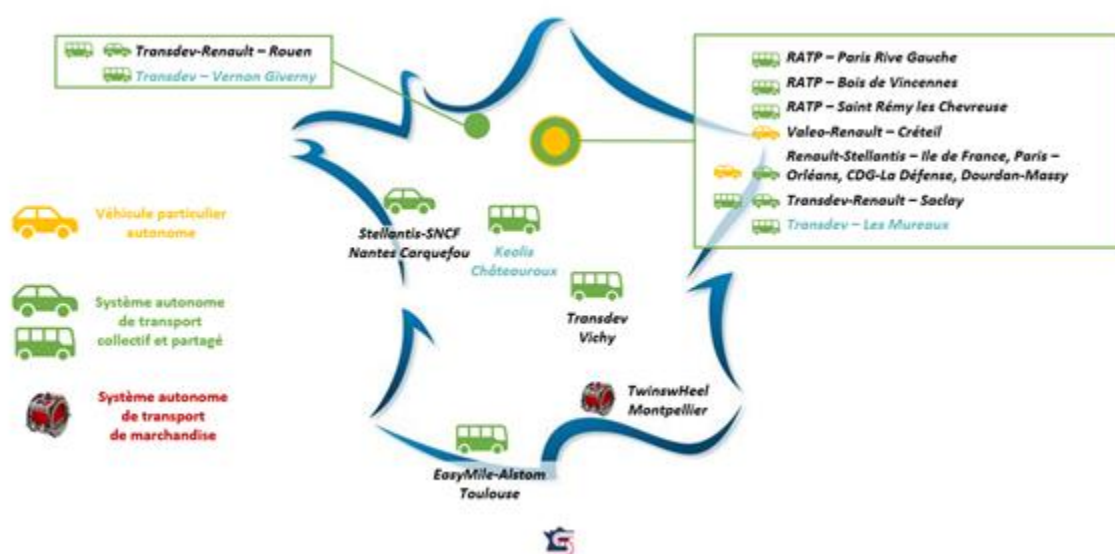
EVRA comporte deux volets : **SAM** (« Sécurité et acceptabilité de la conduite et de la mobilité autonome »), coordonné par la Plateforme automobile (PFA), et **ENA** (« Expérimentations de navettes autonomes ») coordonné par l'Université Gustave-Eiffel. Les deux projets se sont terminés en 2023. Au total, EVRA comprend seize expérimentations, qui portent le nombre de kilomètres parcourus en expérimentation en France à un million environ en 2023 (dont 200 000 km entre 2015 et 2018). Les expérimentations concernent des voitures, des navettes, des bus, des droïdes de livraison, mais aucun poids lourds.

Le budget total d'EVRA est de quelque **120 millions d'euros** (dont 42 millions versés par l'État au titre du Programme d'investissements d'avenir), sans compter les dépenses des

collectivités territoriales qui s'élèvent à environ 80 millions (portant notamment sur les infrastructures routières).

Le projet SAM a été officiellement lancé le 20 juin 2019 par Anne-Marie Idrac (Haute Responsable pour la stratégie nationale de développement des véhicules autonomes), Luc Chatel (président de la PFA), Nadège Faul (VEDECOM) et Jean-François Sencerin (PFA). Il a permis 13 expérimentations. Son budget initial était de 114 millions d'euros, dont 35 millions apportés par l'État au titre du Programme d'investissements d'avenir. Il a associé dix-huit partenaires. Les différentes expérimentations au titre de SAM sont présentées dans son illustration ci-dessous.

Carte 3 – Expérimentations menées dans le cadre du projet EVRA, en matière de sécurité et d'acceptabilité de la conduite autonome



Source : Plateforme automobile (PFA)

Piloté par la PFA, l'IRT SystemX ayant eu une responsabilité importante dans la méthodologie relative à la démonstration de sécurité, le projet SAM a été officiellement achevé le 28 et le 29 novembre 2023. En définitive, cinquante véhicules autonomes ont parcouru 35 000 km durant les quatre années du projet SAM.

Associée au projet, la RATP fait partie des entreprises de transport en commun les plus dynamiques en matière de conduite autonome. Elle concentre son attention sur les navettes autonomes, qui viendront un jour compléter ses lignes actuelles de transport collectif, mais aussi sur les bus autonomes, qui lui permettront d'économiser la moitié environ des coûts d'exploitation. Actuellement, la RATP poursuit des expérimentations de navettes autonomes à Saint-Rémy-lès-Chevreuse (Yvelines), à Paris sur 2,2 km autour des gares de Lyon et d'Austerlitz, enfin à Vincennes (Val-de-Marne). En outre, une expérimentation de bus autonome sur la ligne 393 dans le Val-de-Marne est entrepris en collaboration avec le grand

groupe chinois CRRC⁵⁵. Une autre expérimentation est en cours dans la technopole d'ArchParc à Archamps (Haute-Savoie).

Commencé en novembre 2019 avec un budget de 15 millions d'euros (dont 6,6 millions versés par l'État), le projet ENA comprend trois expérimentations, toutes avec des navettes autonomes pour compléter des services de transport urbain ou pour desservir des territoires ruraux peu denses.

Ces expérimentations achevées, un écosystème industriel sera-t-il mis en chantier en France, comme c'est le cas en Chine ? Il ne le semble pas.

En 2026, deux navettes totalement autonomes relieront Longvilliers, Briis-sous-Forges et Massy-Palaiseau par l'autoroute A10

Dès le premier semestre 2026, le [projet MOB-AUTO](#) (« Mobilité automatisée sur autoroute connectée ») fera circuler, sous le contrôle d'un centre de supervision, deux navettes totalement autonomes (sans opérateur à bord) entre le pôle multimodal de Longvilliers (Yvelines), la gare autoroutière de Briis-sous-Forges (Essonne) et la gare ferroviaire de Massy-Palaiseau (Essonne). Ce projet est porté par quatre parties prenantes : VINCI Autoroutes, Milla Group, le groupe SAVAC et l'université Gustave-Eiffel. Chaque trajet sera long de 28 kilomètres. Les navettes rouleront à des vitesses maximales de 90 km/h, en emportant 15 voyageurs tout au plus. Il y aura trente trajets par jour, permettant un trafic quotidien estimé à 450 voyageurs. L'expérimentation durera trois années.

Le projet français 5G Open Road permettra de tirer avantage de la technologie 5G, si populaire en Chine

Le projet français 5G Open Road a été lancé par [un accord de coopération signé le 20 avril 2022](#). D'une durée de trois ans, disposant d'un budget de quelque 90 millions d'euros, il regroupe 16 acteurs de la mobilité du futur. Il est cofinancé dans le cadre du plan « France 2030 » et coordonné par la Plateforme automobile (PFA) et par la société Nokia. Il se déploie sur le plateau de Saclay et dans la communauté d'agglomération Versailles Grand Parc. Les essais sont menés avec des véhicules routiers de niveau 2, 3 ou 4, tous équipés de la technologie 5G : Renault (voiture de niveau 2+), Stellantis (voiture de niveau 2+), Valeo (robotaxi de niveau 4), Milla (navette de niveau 4) et TwinswHeel (droïde de niveau 4).

Sur l'équipement des infrastructures routières, d'autres programmes sont en cours. Citons les études et travaux [des Autoroutes Paris-Rhin-Rhône \(APRR\) et de Valeo](#) dans le cadre du [programme InDid](#). En Chine, répétons-le, on ne conçoit pas les véhicules autonomes de niveau 4 sans le recours à la 5G.

⁵⁵ CRRC Corporation Limited est une société chinoise d'État dont l'activité principale est l'étude, la construction, la réparation, la vente et la location de matériels ferroviaires.

4. Renault et Stellantis ont temporairement renoncé à leurs ambitions quant aux véhicules de niveau 4

En 2018, le Groupe Renault avait décidé d'engager avec le Groupe Transdev des expérimentations de circulation autonome avec des Renault Zoé sur le technopôle du Madrillet à Saint-Étienne-du-Rouvray en Seine-Maritime. Financée avec une participation financière de la Métropole Rouen Normandie, cette opération devait être suivie d'expérimentation à Rouen. Mais vers la fin de 2022, Renault et Transdev **ont annoncé** mettre fin à l'expérimentation. Dans [une interview au journal Le Parisien](#) publiée le 1^{er} octobre 2022, le directeur général de Stellantis (Carlos Tavares) et le directeur général de Renault (Luca de Meo) ont clairement fait savoir que **la préparation de véhicules hautement ou totalement automatisés (niveaux 4 et 5) n'était pas leur priorité.**

Le président de Renault a précisé ne pas croire au véhicule de niveau 5, en raison notamment de difficultés insurmontables sur la réglementation, l'éthique des algorithmes et la responsabilité en cas d'accident : « On travaille sur la voiture autonome, mais je n'ai vraiment pas envie d'être le premier constructeur à en mettre une sur le marché. » En outre, selon lui, si des **taxis autonomes** peuvent faire économiser une importante masse salariale aux entreprises, il ne semble pas y avoir de débouché pour les particuliers. Néanmoins, s'agissant plus généralement des véhicules intelligents et connectés, Luca de Meo s'est inquiété vivement du retard de l'Europe, à l'égard de la Chine notamment, dans une « [Lettre à l'Europe](#) » publiée le 19 mars 2024⁵⁶. Pourtant, Renault a fait savoir au journal *Le Figaro* (article du 29 mai 2024) qu'il ne voulait pas même investir pour des voitures au niveau 3 : « Nous avons décidé de rester au niveau 2, c'est-à-dire 2+ ou 2.9, si vous préférez. Le niveau 3, "avec les yeux qui se ferment", implique une délégation de conduite et des équipements très coûteux, de l'ordre de 4 000 à 5 000 euros pour nous. »

Carlos Tavares a indiqué que la **conduite autonome de niveau 3** sera disponible dans deux ou trois ans pour les véhicules de Stellantis. Mais il a partagé l'avis de Luca de Meo sur les niveaux 4 et 5, qui selon lui s'adressent plus à des flottes d'entreprise qu'à des particuliers.

Pour Renault et Stellantis, depuis la décision européenne concernant l'interdiction faite de vendre des véhicules thermiques ou hybrides en Europe dès 2035 (règlement du Parlement européen et du Conseil du 19 avril 2023), il faut concentrer les efforts sur la transition électrique et sur l'équipement des voitures au niveau 2⁵⁷. Les investissements pour le niveau

⁵⁶ Extrait : « Accélérer le développement de voitures autonomes intelligentes et hyperconnectées. C'est la deuxième chaîne de valeur stratégique qui va être mise en œuvre. Si on fait une comparaison avec le téléphone mobile, cela revient à passer d'un vieux Nokia 6510 à un iPhone. Dans les Software Defined vehicles, l'expérience du consommateur va complètement changer. Les relations de la voiture avec son environnement également. Il est primordial d'assurer une souveraineté européenne sur la technologie des semi-conducteurs, sur celle des infrastructures du cloud ainsi que sur les standards de cybersécurité. Dans ce domaine, une politique de soutien et de stimulation de l'innovation digitale doit être implémentée. Cela passe par des incitations fiscales et des plateformes collaboratives qui vont « nourrir » les entreprises et les startups de l'IA, de la cybersécurité et des autres disciplines digitales. Le développement de la voiture intelligente connectée sera triplement vertueux : il se traduira par une amélioration du trafic, par une réduction de la consommation d'énergie et par moins de morts sur les routes... Grâce à la mise en place de standards communs, en s'inspirant des solutions chinoises, on estime que 70 % du contenu technique des voitures, la partie que le consommateur ne voit pas, pourrait être mutualisé entre constructeurs. »

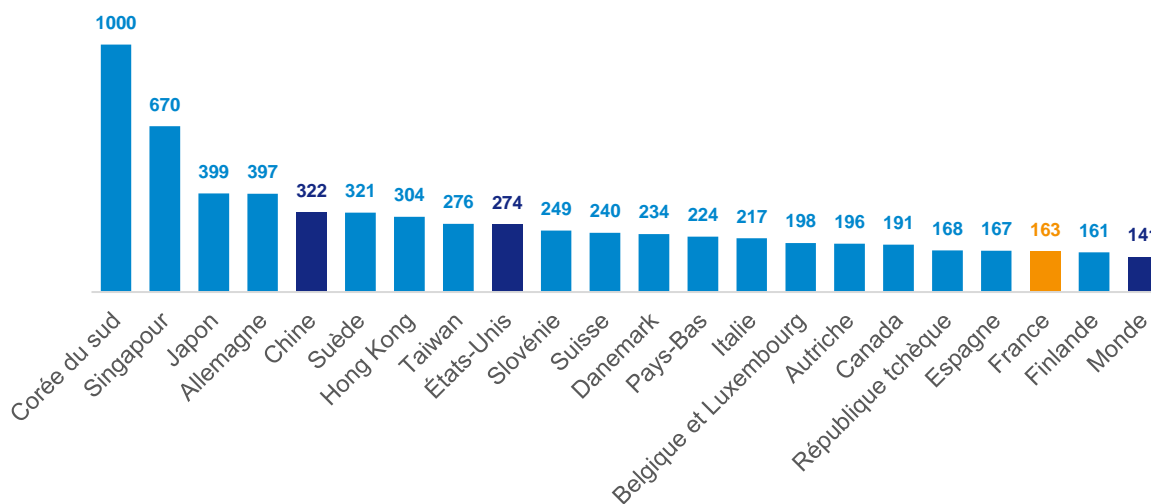
⁵⁷ Dans le cadre de l'alliance Renault-Nissan-Mitsubishi, c'est le constructeur japonais Nissan Motor Company qui concentre les R & D sur les véhicules autonomes de niveau 4.

4 sont jugés trop lourds et trop hasardeux, et les équipements des véhicules individuels de niveau 4 trop chers pour permettre un décollage rapide de leur part de marché. Pour les deux grands constructeurs français, le seul marché à rechercher pour le niveau 4 est actuellement celui des transports collectifs, malgré l'intérêt potentiel, notamment en termes de coûts, des robotaxis (cf. partie 2). C'est dans cette optique que Renault travaille avec le chinois WeRide sur un minibus au niveau 4⁵⁸. À noter cependant la stratégie différente de l'équipementier français Valeo qui, en France comme en Chine et aux États-Unis, développe des capteurs, des systèmes avancés d'aide à la conduite et des systèmes d'algorithmes pour les niveaux 3 et 4. Son directeur général Christophe Périllat [a prédit en janvier 2024](#) que trois millions de véhicules au niveau 3 et au niveau 4 circuleraient dans le monde avant 2030.

5. Le moindre investissement de la France fait écho à son retard en matière de robotisation industrielle et d'intelligence artificielle

La robotisation de l'industrie est bien moins rapide en France qu'en Chine. Selon [le classement dressé par l'International Federation of Robotics \(IFR\) en décembre 2022](#), le Japon est troisième, l'Allemagne quatrième, la Chine cinquième, les États-Unis neuvième et la France vingtième. Comme [l'a écrit l'IFR en présentant les résultats](#) : « La Chine est de loin le marché des robots qui connaît la croissance la plus rapide au monde. Le pays compte le plus grand nombre d'installations annuelles, et depuis 2016, il dispose chaque année du plus grand parc opérationnel de robots⁵⁹. »

Graphique 2 – Nombre de robots pour 10 000 employés



Source : [International Federation of Robotics \(IFR\)](#), décembre 2022

L'effort de robotisation est-il lié à celui en faveur des véhicules autonomes ? C'est probablement vrai pour les activités industrielles, aéroportuaires ou portuaires. Le relatif retard de l'industrie française en matière de robotisation explique-t-il, pour une part plus ou moins

⁵⁸ Renault et WeRide ont fait une démonstration de minibus autonome à la fin de mai et au début de juin 2024 lors du tournoi de tennis de Roland-Garros.

⁵⁹ Traduction des auteurs.

grande, la moindre inclination de la France envers l'autonomie de conduite ? Il faut y ajouter le retard de la France – et de l'Europe – en matière d'intelligence artificielle. C'est notamment ce qu'a prouvé [le rapport](#) de la Commission de l'intelligence artificielle remis en mars 2024 au président de la République :

« En France et en Europe nous accusons un net retard. [...] Chaque année, la Commission européenne établit la liste des 2 500 premiers investisseurs en R & D du monde. Dans le domaine des technologies de l'information et des télécommunications, le dernier classement est saisissant : les États-Unis comptent plus de quatre fois plus d'entreprises que l'Union européenne et ces entreprises américaines investissent plus de six fois plus en R & D que les entreprises européennes. L'Europe est également très nettement distancée par la Chine en la matière. [...] La Chine compte plus de trois fois plus d'entreprises [dans ce domaine des nouvelles technologies] que l'Union européenne et ces entreprises chinoises investissent plus de deux fois plus en R & D que les entreprises européennes. »

6. Spécialité européenne, les navettes autonomes pour voyageurs ressemblent à des transports routiers guidés (TRG)

Sans pédales ni volant le plus souvent, une navette autonome pour le transport de voyageurs est un petit bus qui se déplace de manière autonome à faible vitesse sur des itinéraires et dans des couloirs bien définis, sous surveillance à distance. Toutes les navettes sont électriques. Avec ou sans conducteur, elles se déplacent presque toujours avec un opérateur de sécurité à bord. Dans tous les cas, elles sont sous le contrôle permanent d'un opérateur distant, qui agit notamment, en tant que de besoin, pour assurer la sécurité ou pour s'écarter de l'itinéraire en cas d'obstacle dans le couloir de circulation, par exemple. Les systèmes avancés d'aide à la conduite sont redondants dans chaque navette.

Pour circuler, les navettes ont besoin de cartes. Elles doivent pouvoir reconnaître les personnes et les objets dans leur environnement immédiat. Le scénario de conduite auquel une navette autonome est exposée est simple. Elles ont des protocoles d'urgence bien définis. L'ODD (*Operation Design Domain*) dans lequel ces navettes sont exploitées est toujours étroit : elles ne circulent presque jamais dans les flots de véhicules plus rapides.

L'itinéraire suivi est enregistré à bord. Les navettes ne s'arrêtent qu'aux stations d'embarquement ou de débarquement, ou en cas d'urgence. Les déroutements dus à des accidents, des zones de travaux, etc., sont commandés par l'équipe des opérateurs à distance. Les navettes s'arrêtent impérativement lorsqu'elles quittent leur ODD. Par exemple, si l'ODD inclut les routes mouillées, mais pas les routes verglacées ou enneigées, l'opérateur à bord ou à distance reprendra en main la navette. Souvent, les navettes autonomes ont d'abord été déployées dans des espaces fermés à la circulation publique : campus d'université, hôpitaux, usines, zones d'activités économiques, aéroports, etc.

Ainsi les navettes autonomes en expérimentation ou en usage sont-elles encore loin d'avoir les capacités d'autonomie des robotaxis. Elles ressemblent plutôt à des transports guidés sur pneumatiques, capables de s'arrêter en sécurité devant un obstacle mais ne pouvant le plus souvent se dérouter.

Plusieurs pays européens ont concentré leurs espoirs sur les navettes autonomes, la France en premier lieu. Mais force est de constater que l'engouement était excessif, comme l'a montré

par exemple [une étude d'avril 2021 de ResearchinChina](#). De nombreuses entreprises ont jeté l'éponge, comme le montre un graphique d'[IDTechEx](#), une société britannique de conseil sur les nouvelles technologies.

Singapour, par exemple, s'est beaucoup intéressé aux navettes autonomes, pour permettre le rabattement sur les gares des réseaux principaux de transport en commun. Mais Singapour a levé le pied. Les entreprises, maintenant, y travaillent surtout à la logistique autonome, singulièrement dans des enceintes fermées.

L'équipementier allemand ZF Friedrichshafen, principal fournisseur mondial de technologies relatives aux transmissions et châssis d'automobiles, a annoncé début 2023 qu'il allait construire des milliers de navettes autonomes (au niveau 4) d'un nouveau type, emportant jusqu'à 22 voyageurs. Elles seraient exploitées à partir de 2025 par la société américaine de services de mobilité Beep (voir *supra*), son associée. Aujourd'hui, les navettes autonomes de ZF Friedrichshafen sont exploitées en Europe et à Masdar City (Abou Dabi, Émirats arabes unis) par sa filiale 2getthere. Mais vers la fin de 2023, **le groupe allemand a fait savoir qu'il renonçait à construire des navettes** et se restreindrait désormais à concevoir et vendre des composants et logiciels pour la conduite autonome.

Selon le fondateur de la société française EasyMile (Gilbert Gagnaire), « il y a de bonnes raisons techniques de penser qu'il n'y aura pas de marché scalable sur le transport de personnes en navette autonome avant 2026 voire 2027 » ([interview publiée par La Tribune le 7 février 2023](#)). Et d'ajouter : « Tous les acteurs qui travaillent sur la navette autonome se sont trompés ».

Des sociétés de navettes autonomes s'efforcent néanmoins de surmonter ces difficultés. De nouveaux entrants sont apparus, en Chine, aux États-Unis, en Europe et ailleurs.

La société Beep a été fondée en Floride aux États-Unis. Dans l'île artificielle Treasury Island à San Francisco, des navettes autonomes [ont été mises en service en août 2023](#) par cette société sur route ouverte à la circulation publique. Un agent de sécurité est toujours présent à bord. L'itinéraire comporte sept arrêts. Pour le moment, le transport est gratuit. Surveillée par un centre de contrôle géré par Beep, la ligne, appelée Loop, est exploitée tous les jours, de 9 h du matin à 6 h du soir ; la vitesse maximale des navettes est seulement de 12 milles à l'heure (19,3 km/h).

Aux États-Unis, comme annoncé en avril 2023, la ville de San José dans la baie de San Francisco, surnommée « capitale de la Silicon Valley », [projette de relier son aéroport et sa gare centrale](#), sur une distance de 4,3 milles, par des navettes autonomes de la société Glydways, fondée à San Francisco en 2016. Non loin, dans le comté de Contra Costa, la Contra Costa Transportation Authority (CCTA) [prépare deux projets de navettes autonomes](#), à Walnut Creek et à Martinez.

Au Japon, le ministère chargé des Infrastructures, du Transport et du Tourisme a lancé un appel aux gouvernements locaux pour mettre en œuvre des solutions de mobilité autonome au niveau 4. Sept navettes autonomes [ont été vendues à ce titre par l'entreprise française Gaussin-Macnica-Mobility](#) (Gama) en juillet 2023.

En France, fondation partenariale associant parties publiques et privées, l'Institut pour la transition écologique (ITE) appelé Vedecom a lancé en mai 2021 le projet de R & D [Navetty](#).

Y sont associés ArianeGroup, Transdev, EasyMile et le Conseil départemental des Yvelines. C'est un projet de démonstration s'étendant sur trois ans. Le but est de faire circuler des navettes sans personnel de sécurité à bord, sur le site d'ArianeGroup (92 hectares) aux Mureaux (département des Yvelines), ainsi qu'entre ce site industriel, les deux gares (Les Mureaux et Les Clairières de Verneuil) et le Campus des Mureaux.

En France encore, dans le cadre du plan de relance automobile (dans le plan « France Relance »), le projet EFIBA (« Émergence d'une filière industrielle de bus autonome ») rassemble depuis 2021 les sociétés Actia, Bluebus, Gaussin-Macnica-Mobility (Gama) et Keolis pour concevoir un bus électrique et autonome de six mètres de long et d'une capacité de 34 voyageurs. Deux prototypes devaient être mis au point en 2021 et 2022. Des démonstrations sont prévues sur le site de Keolis à Déols (au Centre national du tir sportif), près de Châteauroux (Indre).

Dans le cadre de *France 2030*, le projet [Mach2](#) réunissant EasyMile, Equans, Keolis, Renault Group et StatInf, la société EasyMile étant coordinatrice, projette de faire circuler en 2026 cinq minibus Renault sans agent à bord dans le centre de Châteauroux (Indre).

La [société française Milla Group](#) effectue en 2023 des essais de navette autonome avec un agent à bord, notamment à [Vélizy-Villacoublay](#) (Yvelines). Elle a aussi collaboré en 2023 à un [projet de droïde de livraison](#) sur une quinzaine de kilomètres au plateau de Saclay, au sud de Paris, avec Carrefour et la jeune pousse Goggo Network (dont le siège est à Berlin).

7. L'association Atec ITS France entend privilégier l'autonomie de conduite dans le transport collectif

Atec ITS France est une association qui rassemble les acteurs, publics ou privés, du domaine des transports terrestres en France sur le sujet du transport intelligent. En juillet 2023, elle a publié le [rapport final](#) (ou feuille de route) de son groupe de travail « Véhicule automatisé & connecté - État des lieux, enjeux et préconisations ». Ce groupe constitué de 31 experts a travaillé dans le cadre du programme Mobilité 3.0 d'Atec ITS France, soutenu techniquement et financièrement par les ministères chargés de l'Économie et du Transport.

Très complet sur toutes les questions techniques, environnementales et sociétales que soulève le déploiement des véhicules automatisés (expression plus adaptée que « véhicules autonomes »), le rapport insiste sur la nécessité de privilégier les déploiements qui offrent le plus haut intérêt pour la collectivité, à savoir les transports collectifs (navettes et bus principalement). Comme l'ont dit [en résumé](#) six des experts associés au groupe de travail :

« Le futur désirable et réaliste du véhicule automatisé se situe donc dans un véhicule partagé, de transport public. [...] Le premier cas d'usage à moyen terme se situe probablement sur des voies autoroutières d'accès aux grandes agglomérations, en lieu et place de cars express, en accroissant les fréquences et donc les débits, avec des voies dédiées. L'autre cas d'usage est celui de navettes pour desservir les grandes zones d'activité, qui disposent de voiries larges sans piétons ni cyclistes, le VAC pouvant y assurer le dernier kilomètre. »

Par cette étude, l'association Atec ITS France a donc écarté, parmi les cas d'usage à soutenir, les camions autonomes, les droïdes et, surtout, les robotaxis sur lesquels se concentrent pourtant bien des efforts en Chine et aux États-Unis. Son rapport n'analyse d'ailleurs pas les

approches ni les avancées dans ces deux pays. En ce qui concerne le rôle des autorités publiques, l'association appelle à la fixation d'orientations claires par la puissance publique en France sur les déploiements à entreprendre en priorité afin de satisfaire les objectifs socioéconomiques et environnementaux du pays. Cette recommandation tranche avec les situations observées en Chine et aux États-Unis, où les autorités nationales ou locales se contentent d'un rôle de régulateur devant les libres initiatives, nombreuses et souvent audacieuses, des entreprises le plus souvent privées.

8. Plusieurs pays s'intéressent aux véhicules autonomes pour desservir les territoires périphériques ou ruraux

Les territoires du monde ayant une faible densité de population ou éloignés des centres urbains et des grands axes de transport collectif regardent avec intérêt les différentes possibilités de transport public avec des véhicules autonomes de niveau 4 : robotaxis, navettes, minibus, etc. Ainsi, singulièrement, la Chine, l'Europe, les États-Unis et le Japon.

Les navettes autonomes de petite capacité font l'objet en Chine d'assez nombreuses expérimentations dans le but de desservir les périphéries urbaines, comme l'a montré [un article de février 2023 publié par la société chinoise d'étude ResearchinChina](#).

En France, le transport dans les territoires périurbains et les zones rurales n'est pas satisfaisant. Comme [l'a expliqué l'ingénieur civil des ponts André Broto](#)⁶⁰ :

« Une catégorie intermédiaire [entre les déplacements du quotidien de quelques kilomètres et les voyages occasionnels de plusieurs centaines de kilomètres] a émergé à partir des années cinquante. Il s'agit des déplacements du quotidien longs, de 10 à 100 km entre communes différentes. Ils représentent aujourd'hui 50 % des kilomètres parcourus. Ils sont réalisés à 95 % en voiture et à hauteur de 5 % seulement en train. Cependant, ils engendrent 57 % des émissions de gaz à effet de serre. Ce sont les Français concernés par ces déplacements que j'appelle les "oubliés de la République". [...] Ce sont notamment les Français habitant dans des zones rurales ou en périphérie des métropoles. Cette population est celle qui a augmenté le plus vite, attirée par les très grandes villes mais ne pouvant y habiter et ceux qui vivent en zone rurale. Cela représente 15 millions de salariés. »

Pour remédier à cette situation, André Broto propose de mieux utiliser le réseau routier en aménageant des gares routières et des parcs relais accessibles aux autocaristes et aux covoitureurs dans les territoires périphériques et ruraux. Il recommande aussi que soient mises en place des lignes d'autocars à haut niveau de service, qui permettent de les relier à des *hubs* à l'entrée des grandes villes où convergeraient les bus à longue, moyenne et courte distance, les vélos, les TER, les trams, les métros. Les véhicules autonomes de niveau 4 renforceraient l'efficacité des gares routières dans les zones périphériques et rurales. Serait mis notamment à disposition des habitants un réseau de services publics de navettes autonomes, minibus autonomes ou robotaxis.

Aux États-Unis, on cherche aussi à améliorer les transports dans les zones rurales grâce aux véhicules autonomes. Ainsi le Département du transport des États-Unis [a-t-il annoncé en](#)

⁶⁰ Broto A. (2022), *Transports : les oubliés de la République. Quand la route reconnecte le territoire*, Paris, Eyrolles.

décembre 2023 l'ouverture d'un fonds de 25 millions de dollars au titre du Rural Autonomous Vehicle research program (RAV), en précisant (traduction des auteurs) :

« Les bénéficiaires utiliseront le financement du programme RAV pour mener des recherches sur les avantages des véhicules automatisés et des technologies de mobilité associées dans les communautés rurales et tribales. Une subvention de 15 millions de dollars se concentrera sur le transport des voyageurs, et une subvention distincte de 10 millions sur le transport des marchandises afin de soutenir et de rendre possible la circulation de véhicules automatisés de fret et de livraison pour desservir les zones rurales. »

Pour finir, faisons mention d'un rapport intitulé *Reconnecting the Rural - Autonomous Driving as a Solution for Non-Urban Mobility*, publié en mars 2018 par le cabinet allemand de conseil Roland Berger.

Ajoutons qu'aux États-Unis, mais aussi en Chine, sont souvent mis en avant les avantages qu'offriront les véhicules autonomes au niveau 4 [pour les personnes handicapées](#). Par exemple, les promoteurs du projet Minnesota's Autonomous Rural Transit Initiative ([goMARTI](#)), dans l'État du Minnesota, insistent sur de tels bénéfices. Les avantages portent aussi sur l'emploi des personnes handicapées, car le transport est un frein puissant. Publié le 30 décembre 2022, [le rapport du National Disability Institute](#) (basé à Washington, DC) a démontré que le recours à des véhicules autonomes de niveau 4 améliorerait grandement la recherche d'emploi, le succès de l'entrepreneuriat, la sécurité des employés, l'indépendance et l'accès aux centres de soin.

9. L'Union européenne apporte son soutien à la R & D sur la conduite autonome, en travaillant notamment avec la Chine et les États-Unis

Au niveau européen, des moyens de R & D sont mis en commun sur certains projets. Ainsi [du projet SHOW](#) : Shared Automation Operating Models for Worldwide Adoption. Financé notamment par le programme *Horizon 2020* de l'Union européenne, disposant d'un budget de 36 millions d'euros sur la période de janvier 2020 à janvier 2024, SHOW assemble 70 partenaires publics ou privés en provenance de treize pays de l'Union européenne. Il coopère avec plusieurs pays étrangers : Australie, Chine, Corée du Sud, États-Unis, Japon, Singapour, etc. Des démonstrations sont présentées dans vingt villes européennes. Le projet est coordonné par l'Union internationale des transports publics (UITP), le coordonnateur technique étant l'Institut grec du transport (HIT) du Centre pour la recherche et la technologie de Grèce (CERTH). Regardant à la fois le transport des personnes et des biens, le projet SHOW a le dessein de mettre au point des véhicules autonomes (niveau 4 ou 5) qui s'intègrent dans le transport public des villes, [en sachant que](#) (les mots en gras ont été mis en exergue par le projet SHOW) :

« *If AVs [autonomous vehicles] are put to use in shared and connected fleets, they could **dramatically reduce the number of cars on the road** by reaching people and places it was too difficult to before, plugging first/last-mile gaps and feeding into public transport trunk line.* »

(Traduction : « Si les VA [véhicules autonomes] étaient utilisés dans des flottes partagées et connectées, ils pourraient *réduire considérablement le nombre de voitures sur les routes* en donnant accès aux personnes et dans les lieux qu'il était trop difficile de desservir auparavant, en résolvant les problèmes des premiers et derniers kilomètres et en alimentant les lignes principales de transport public. »)

La collaboration de SHOW avec la Chine regarde, en particulier, [l'université Jiaotong de Beijing](#), la plus prestigieuse d'Asie pour l'ingénierie des transports. Le projet SHOW n'a pas pour dessein de faire émerger un écosystème européen des véhicules autonomes.

10. Les grands constructeurs allemands se concentrent sur le niveau 3, seule Volkswagen continuant de travailler sur le niveau 4

Dans [une interview publiée le 3 novembre 2022 par le média The Verge](#), le *Chief Technology Officer* (Markus Schäfer) du groupe allemand **Mercedes-Benz** a déclaré que le groupe ne pouvait plus poursuivre en même temps deux objectifs : des véhicules au niveau 3 et des robotaxis. Le choix a été fait de se concentrer sur le niveau 3, aux dépens des recherches et développements sur les robotaxis. C'est ainsi que le 8 juin 2023, le California Department of Motor Vehicles (DMV) [a délivré un « autonomous vehicle deployment permit »](#) à Mercedes-Benz USA en autorisant le Drive Pilot, la technologie de conduite automatisée de niveau 3 du constructeur allemand. Le Nevada l'avait déjà fait en janvier 2023. Le système est autorisé pour les EQS Sedan et S-Class sur autoroute chargée, à une vitesse inférieure d'environ 65 km/h. Le Drive Pilot sera disponible en option dans les modèles 2024 aux États-Unis. Les premières voitures embarquant ce système seront livrées aux clients vers la fin de 2023. Mercedes-Benz est la première société à avoir reçu un permis du DMV de Californie en vue de vendre ou louer des véhicules autonomes de niveau 3 ou plus au grand public.

En octobre 2022, [Volkswagen comme Ford ont annoncé](#) qu'ils abandonnaient leur soutien financier à la startup américaine Argo AI (2 000 employés environ), qui travaillait à des véhicules de niveau 4. La société Argo AI a dû alors cesser ses activités. Basée à Pittsburgh en Pennsylvanie, la jeune pousse avait été fondée en 2016 et avait reçu 1 milliard de dollars de Ford en 2017, et 2,6 milliards de Volkswagen en 2020.

Mais Volkswagen continuera néanmoins à développer des véhicules de niveau 4 aux États-Unis. En juillet 2023, le groupe a annoncé qu'il [commencerait bientôt des expérimentations avec dix vans électriques ID. Buzz à Austin \(Texas\)](#), tous équipés de système d'autonomie préparé par la société Mobileye. Ces vans pourraient servir [au transport de voyageurs ou à la logistique dès 2026](#) à Austin. Volkswagen envisage de déployer ensuite des véhicules autonomes dans quatre autres villes américaines, en parallèle avec ses travaux dans le monde sur le niveau 3 [avec sa filiale Cariad](#).

Le directeur général de **BMW**, Oliver Zipse, [a déclaré en janvier 2023 à Las Vegas](#) qu'il était sceptique sur le *business model* des systèmes de conduite autonome, même pour le niveau 3, en raison notamment des risques et des responsabilités quant à la sécurité.

11. Pour les véhicules autonomes au niveau 4, la réglementation est plus sévère en France et en Europe qu'en Chine et aux États-Unis

N'ayant pas signé la Convention de Vienne du 8 novembre 1968 sur la circulation routière, mais seulement la Convention de Genève sur la circulation routière du 19 septembre 1949, la Chine et les États-Unis jouissent d'une plus grande liberté que les pays européens pour

prescrire les mesures sur les conditions de circulation et les caractéristiques techniques des véhicules autonomes⁶¹.

Dans le cadre de la Convention de Vienne, la Commission économique pour l'Europe (CEE) des Nations unies, le 23 juin 2020, a édicté un règlement permettant la circulation des véhicules de niveau 3 sous certaines conditions ([voir addendum n° 156 au règlement des Nations unies n° 157](#)) : vitesse inférieure à 60 km/h, route à chaussées séparées, etc. En juin 2022 en vue d'une application en janvier 2023, la vitesse maximale de 60 km/h a été élevée à 130 km/h. L'Union européenne est liée par ces règles internationales, à la différence de la Chine et des États-Unis. [Le droit relatif à l'autonomie de conduite dans les différents pays du monde](#) est ainsi d'une étonnante diversité.

Chine et États-Unis ont choisi depuis toujours le cadre juridique de l'**autocertification**, bien différente de celui de la **réception par type** retenu par l'Union européenne ou le Japon. Poursimplifier, disons que dans le premier cas, la responsabilité de la sécurité incombe principalement à celui qui a construit ou qui exploite le véhicule autonome⁶², les autorités publiques (comme la National Highway Traffic Safety Administration aux États-Unis, la NHTSA, ou bien plus souvent les autorités locales) assurant un contrôle après coup. Dans le second cas, elle incombe aux autorités publiques. De nombreux documents ont été publiés sur cette différence, par exemple [un article de Henrique Martins, un ancien de Ford Motor, daté en juillet 2010](#).

Pour mieux comprendre la différence des approches juridiques au regard de la sécurité, on se reportera aux deux annexes en fin de volume : en [Annexe 1](#), le texte complet de la section 228.06 du règlement applicable en Californie (États-Unis) ; en [Annexe 2](#), le texte complet du règlement applicable à Shenzhen (Chine) pour les essais et les déploiements. Figurent en gras les parties les plus importantes pour la comparaison avec le droit européen. L'[Annexe 4](#) présente également un extrait du règlement d'exécution de la Commission européenne du 5 août 2022 (voir ci-dessous). Ce règlement reprend toutes les dispositions approuvées à Genève dans le cadre de la Convention de Vienne. L'extrait choisi vise à montrer, dans une page prise au hasard, la plus grande précision des obligations imposées par le droit européen pour les véhicules devant être expérimentés ou déployés au niveau 3. Enfin, en [Annexe 6](#) est présenté *in extenso* le « Guide sur la sécurité des véhicules autonomes » – qu'il s'agisse de transport de voyageurs ou de marchandises – que le ministère chargé de l'Industrie en Chine a publié le 21 novembre 2023. Ce Guide, qui est en fait une instruction qui s'impose aux autorités provinciales et locales, explicite les principes que le gouvernement central a retenus concernant la sécurité des véhicules autonomes et leur circulation (en démonstration, en essai

⁶¹ Comme l'a rappelé, par exemple, l'École de guerre économique en France dans [un article du 21 mars 2023](#). S'agissant du développement des voitures autonomes, l'École reproche à la France d'être « à la traîne et sans réelle stratégie ni plan d'action ».

⁶² Dans ce cadre de l'auto-certification, la responsabilité de l'entreprise peut être, par exemple, illustrée par [cette déclaration](#) que doit signer une entreprise qui demande au *Department of Motor Vehicles* de l'État de Californie l'autorisation de faire des essais de véhicules sans conducteur : « *The autonomous vehicle has been tested under controlled conditions that simulate as closely as practicable, each operational design domain in which the manufacturer intends the vehicle to operate and the manufacturer has reasonably determined that is safe to operate the vehicle in each operational design domain.* » (Traduction : « Le véhicule autonome a été testé dans des conditions contrôlées qui simulent aussi fidèlement que possible chaque domaine de conception opérationnelle dans lequel le constructeur a l'intention de faire fonctionner le véhicule, et le constructeur a raisonnablement déterminé que le véhicule peut être utilisé en toute sécurité dans chaque domaine de conception opérationnelle. »)

ou en service commercial), mais aussi sa volonté de promouvoir résolument la nouvelle industrie chinoise de l'autonomie de conduite.

Concernant la comparaison des systèmes d'autorisation en Chine et en Europe, notamment pour les véhicules autonomes, on lira avec intérêt le [Research Report on the Comparison Between Chinese and German Intelligent and Connected Vehicles \(ICV\) Type Approval Systems](#), publié en anglais et en chinois en novembre 2023 par le Global Project Quality Infrastructure (GPQI), un organisme sous l'égide du ministère allemand de l'Économie pour faciliter la suppression des barrières techniques au commerce international. Y sont analysées avec précision les similitudes et des différences entre les prescriptions techniques, les tests et les essais en Allemagne, en Chine et dans l'Union européenne.

Une autre différence entre le droit aux États-Unis et en Chine, par rapport à la France, tient **au rôle dévolu aux autorités locales** : États aux États-Unis, grandes villes en Chine (voir par exemple le [Global Guide to Autonomous Vehicles 2023](#) du cabinet d'avocats Dentons). Pour la Chine, c'est le cas notamment des 19 plus grandes villes classées « *first-tier cities* » et « *new first-tier cities* ». Aux États-Unis, le niveau fédéral peine à fixer des orientations nationales s'imposant aux États, dont beaucoup ont étendu leurs pouvoirs sur [l'immatriculation des véhicules, les permis de conduire et la définition des responsabilités](#) aux essais et déploiements des véhicules autonomes. Plusieurs États [accordent plus facilement que d'autres](#) les autorisations d'essai et de déploiement commercial : Arizona, Californie, Michigan, Nevada, Texas, etc. En Chine, la situation est assez semblable : beaucoup de grandes villes arrêtent les principales réglementations, le niveau national se tenant en arrière de la main.

Néanmoins, des premières règles nationales commencent à s'imposer en Chine, comme celle qui a défini clairement les différents niveaux d'autonomie, intitulée *Taxonomy of driving automation for vehicles* (standard GB/T 40429-2021 du 20 août 2021, en [chinois](#) et en [anglais](#)). Il y a surtout le [Guide pour la sécurité du transport en véhicule autonome](#) dont nous avons parlé, publié le 21 novembre 2023 et accompagné le 5 décembre 2023 d'une [note interprétative](#). Il faut encore faire mention d'un [acte national](#) publié le 17 novembre 2023 par le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information (MIIT) et trois autres ministères. Portant singulièrement sur la soumission au niveau national des projets de déploiement commercial que préparent les entreprises rassemblant ou exploitant des véhicules autonomes au niveau 3 ou 4, il [facilitera leurs réalisations](#) partout en Chine. Compte tenu de leur importance pour l'unification en Chine des règles sur la sécurité des véhicules autonomes (voyageurs et marchandises), les deux premiers textes – du 21 novembre et du 5 décembre 2023 – ont été traduits en entier par les auteurs de la présente étude (voir [Annexe 6](#))⁶³.

L'Union européenne et les pays européens distinguent la *réception européenne par type* pour les grandes séries et la *réception par type de petite série*. Ce principe général vient d'être

⁶³ Au niveau national se sont constituées aussi des associations et fédérations travaillant à l'harmonisation, la certification et la progression des technologies relatives à l'autonomie de conduite. Ainsi, le 12 juin 2017, avec le soutien du ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information (MIIT), la China Society of Automotive Engineers (China SAE) et la China Association of Automobile Manufacturers (CAAM) ont-elles fondé la China Industry Innovation Alliance for the Intelligent and Connected Vehicles (CAICV). D'autre part, le China Intelligent and Connected Vehicles (Beijing) Research Institute (CICV) a été installé à Beijing le 19 mars 2018 par la China SAE, la CAAM et la CAICV. Avec un capital de 1,1 milliard de yuans (environ 130 millions d'euros), le CICV rassemble 23 parties prenantes : grandes entreprises, grands centres de recherches dans l'industrie automobile, grands équipementiers, etc.

étendu aux véhicules « entièrement automatisés » (principalement de niveau 4 et 5). Le 5 août 2022, la Commission européenne a publié un [règlement d'exécution \(n° 2022/1426\)](#) « établissant des règles relatives à l'application du règlement (UE) 2019/2144 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les procédures uniformes et les spécifications techniques pour la réception par type des systèmes de conduite automatisée (ADS) des véhicules entièrement automatisés ». Ce règlement d'exécution a été arrêté sur la base du règlement n° 2019/2144 du Parlement et du Conseil du 27 novembre 2019 concernant la réception par type.

La France et l'Allemagne sont les deux principaux pays ayant défini un cadre juridique englobant presque toute la réglementation européenne.

En France, plusieurs actes importants ont ainsi été publiés en 2021 et 2022. Le [décret n° 2021-873 du 29 juin 2021](#) définit les trois catégories de « véhicule à délégation de conduite » (partiellement automatisé, hautement automatisé et totalement automatisé), mais **se concentre ensuite sur les « systèmes de transport routier automatisés » (STRA) pour des bus ou navettes**, pour les motifs dont nous avons déjà parlé. Il est vrai cependant que le décret n'exclut pas les robotaxis, même s'il y est prescrit que les STRA doivent être déployés sur « des parcours ou zones de circulation prédéfinis ». Compte tenu du règlement de Genève de juin 2020 et de juin 2022, les niveaux 4 et 5 (sans conducteur) sont autorisés en Europe, mais les modalités précises ne sont pas encore fixées partout pour tous les types de véhicules : il en va ainsi, par exemple, pour les droïdes de livraison et les camions autonomes en France. Le ministère français chargé des Transports a publié, le 1^{er} septembre 2022, une note résumant clairement le nouveau cadre juridique sur les STRA (voir « [Cadre réglementaire national relatif aux conditions d'utilisation des véhicules automatisés et à la mise en service des systèmes de transport routier automatisés](#) »).

Le point le plus important de la réglementation française et européenne est la démonstration de sécurité. La norme ISO 26262 a défini, pour la filière automobile, un ensemble de méthodes pour juger de la sécurité d'un système, d'un matériel ou d'un logiciel embarqué. Elle a été complétée, pour les véhicules à délégation de conduite, par la norme ISO 21448 dite SOTIF (« *Safety of the Intended Functionality* »). La démonstration de sécurité des transports automatisés exige en Europe une approche par les scénarios de conduite, pour la construction desquelles le ministère français chargé des Transports [a publié un rapport le 8 février 2022](#). Le même ministère explique dans [une synthèse publiée en février 2023](#) :

« L'approche par les scénarios de conduite constitue un pilier de la démonstration de sécurité des transports routiers automatisés. Elle vise notamment à aider les concepteurs de systèmes et les organismes impliqués dans la validation, à s'assurer que les situations que pourront rencontrer ces systèmes, sont suffisamment bien prises en compte dans la conception et la validation. L'enjeu de cette approche réside notamment dans sa capacité à refléter un très grand nombre de situations possibles, d'une façon qui reste maîtrisable et explicable. Cette approche est complémentaire des activités dites "conventionnelles" de démonstration de la sécurité, qui s'appuient sur les méthodes de sûreté de fonctionnement (norme ISO 26262), de sécurité des fonctions attendues (norme ISO 21448), ou d'équivalence globale de sécurité (méthode GAME - globalement au moins équivalent). »

Dressé par les ministères chargés des Transports et de la Transition écologique, le Tableau 3 ci-dessous présente les dossiers à constituer pour être autorisé à exploiter en France un système de transport routier automatisé (STRA). Sont impliqués le concepteur, l'organisateur

du service, l'exploitant ; mais aussi, des organismes techniques pour l'homologation des véhicules et pour l'évaluation du service. Pour l'homologation des véhicules entrant dans l'une ou l'autre des catégories définies au niveau européen (sinon, l'homologation est impossible), l'organisme technique en France est l'UTAC (Union technique de l'automobile, du motorcycle et du cycle), travaillant pour le CNRV (Centre national de réception des véhicules), le STRMTG (Service technique des remontées mécaniques et des transports guidés) et le ministère chargé des Transports. Pour l'évaluation du service, les dossiers techniques sont préparés par des « organismes qualifiés agréés » (dits OQA), travaillant sur la base des données de la phase antérieure sur l'homologation des véhicules. Si nous présentons en détail cette organisation, c'est pour bien montrer la différence d'approche entre la France et la Chine.

Tableau 3 – Contenu des dossiers de démonstration de la sécurité du système

1. Dossier de conception <i>Système technique</i>	2. Dossier préliminaire de sécurité <i>Système en projet</i>	3. Dossier de sécurité <i>Système mis en service</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Déclaration de fonctionnalité et de sécurité, qui résume les caractéristiques et les conditions d'utilisation des véhicules. • Capacités du système technique : manœuvres, capacités de perception et de localisation, capacités d'intervention à distance. • Types d'itinéraires ou de zones couverts par le système technique. • Exigences du système pour les essais et les installations à l'extérieur du véhicule. 	<ul style="list-style-type: none"> • Routes ou zones identifiées pour la circulation du système • Caractéristiques du service • Système proposé de gestion de la sécurité de l'exploitation • Aménagement proposé des installations techniques et de sécurité situées à l'extérieur des véhicules • Réponses aux exigences du système technique en matière d'installations techniques et de sécurité • Caractéristiques et niveau de service de la route, de ses aménagements et des installations techniques et de sécurité nécessaires pour atteindre le niveau de sécurité. • Programme de tests et d'essai 	<ul style="list-style-type: none"> • Version finale du système de gestion de la sécurité en exploitation • Vérification de la mise en œuvre effective des aménagements et installations techniques et de sécurité prévus dans le dossier préliminaire de sécurité • Présentation des accords entre l'organisateur du service et les gestionnaires de la route • Rapport sur les tests et essais effectués
Le dossier de conception du système technique est établi par le concepteur et sous sa responsabilité	Le dossier préliminaire de sécurité est établi sous la responsabilité de l'organisateur du service	Le dossier de sécurité de mise en service est établi sous la responsabilité de l'organisateur du service. Le système de gestion de la sécurité en exploitation est établi par l'exploitant.

Source : *Cadre réglementaire national relatif aux conditions d'utilisation des véhicules automatisés et à la mise en service des systèmes de transport routier automatisés, 1^{er} septembre 2022*

L'UTAC a été, vers la fin de 2023, le premier organisme qualifié agréé en France pour les véhicules autonomes.

En Europe, l'autorisation de mise en service, notamment la démonstration de sécurité, passe donc par une procédure préalable exigeante.

Selon l'approche française, « tout système de transport routier automatisé doit [être] conçu pour éviter les accidents pouvant résulter de situations raisonnablement prévisibles dans son domaine d'emploi » (article R3152-2, paragraphe II, du code de la route). La conception de sécurité est singulièrement difficile à démontrer quand il est fait appel, au moins en partie, à l'apprentissage automatique (*machine learning*, notamment par réseaux de neurones). Or, aujourd'hui, c'est le cas partout. L'approche américaine et chinoise est davantage fondée sur les tests, les essais, les expérimentations, les simulations et les déploiements, tous judicieusement choisis.

Pour simplifier, la France a défini un cadre préalable solide et complet pour garantir que les véhicules automatisés circuleront sans danger dès leurs premiers essais sur route, tandis que la Chine et les États-Unis acceptent que la sécurité des circulations s'améliorera au fil des essais, des expérimentations et des déploiements commerciaux.

Il est donc plus facile aux entreprises européennes cherchant à développer des navettes autonomes de se tourner vers des activités en emprises industrielles, portuaires ou aéroportuaires en dehors des bâtiments (activités « *outdoor* »). L'intérêt économique, de surcroît, est plus assuré, car il provient des avantages en exploitation de la conduite autonome. Les CAPEX sont élevés, certes, mais les OPEX sont faibles. Les matériels autonomes économisent du personnel souvent difficile à recruter (manutentionnaires, caristes, etc.) et ils peuvent être utilisés de manière plus intensive de jour comme de nuit. Aussi des entreprises de navettes autonomes comme EasyMile et [Gaussin-Macnica-Mobility](#) (Gama, qui a repris en 2023 les activités de Navya) cherchent-elles à se développer, pour une bonne part de leur chiffre d'affaires, dans le cadre juridique de la directive européenne relative aux machines du 17 mai 2006. C'est ainsi qu'EasyMile, avec ses partenaires TLD et Smart Airport Systems (sociétés d'Alvest Group), et aussi Groupe 3S-Alyzia, [a annoncé le 7 novembre 2023](#) élever au niveau 4 son tracteur EZTow qui transportait depuis un an les bagages des passagers dans l'aéroport de Toulouse-Blagnac (France).

Comme les États-Unis, la Chine s'en remet encore largement aux démonstrations de sécurité définies par les entreprises qui projettent essais, démonstrations et déploiements sur route. Néanmoins, des règles nationales ou internationales sont recherchées. Ainsi [on y recourt de plus en plus souvent](#) aux normes ISO publiées, [nombreuses déjà](#), comme les normes 26262 et ISO 21448, ou la norme ISO 22737 sur les « systèmes de conduite automatisée à basse vitesse pour des itinéraires prédéfinis ». La Chine s'attache à publier au plus vite ses propres normes afin d'accélérer le déploiement en Chine des véhicules autonomes. Établi en septembre 2023, le [document de la National Technical Committee of Auto Standardization \(NTCAS\)](#), présente le programme de normalisation en Chine, qui sera accompli en deux étapes (100 normes avant 2025, puis 140 normes avant 2030).

12. Confirmation lors des visites en Chine de VINCI et VEDECOM en décembre 2023

Douze hauts dirigeants du groupe français VINCI et de l'institut français de transition énergétique VEDECOM se sont rendus en Chine en décembre 2023 pour s'informer sur

l'autonomie de conduite et les véhicules électriques. Une vingtaine d'organisations ont ainsi été visitées à Beijing, Shanghai et Shenzhen : constructeurs automobiles, entreprises d'exploitation de véhicules autonomes, universités, centres de R & D et d'essais, autorités organisatrices de transport, etc. Des représentants de VINCI Autoroutes ont rendu compte de leur visite aux auteurs de la présente étude. **Leurs observations et leurs conclusions rejoignent entièrement les nôtres.**

Il est bon de rappeler que VINCI Autoroutes est déjà engagé dans l'autonomie de conduite en France, entre autres dans le cadre de sa plateforme d'innovation appelée Leonard. VINCI Autoroutes a équipé deux tronçons d'autoroutes d'équipements dits intelligents : dans le tunnel du Duplex A86 (10,6 km) entre Rueil-Malmaison et Vélizy, et sur un tronçon de l'autoroute A11 (25 km environ) entre Briis-sous-Forges et Massy au sud-ouest de Paris. VINCI Autoroutes y effectue notamment [des expérimentations avec le groupe Stellantis](#). VINCI Construction, par sa filiale SVMS (Signature Vertical & Mobility Solutions) est, de son côté, partenaire du [projet RIMA](#) (Réseau inclusif de mobilité automatisée). Cette expérimentation de sept navettes autonomes se déroule sur un trajet de 9,6 kilomètres entre la gare du Crest et l'écosite du Val de Drôme à Eurre dans le département de la Drôme, [en association](#) avec le groupe autocariste et voyageur Bertolami.

Les principales observations et conclusions de VINCI Autoroutes et VEDECOM en Chine sont les suivantes :

- soutien massif des autorités locales à la filière des véhicules autonomes (centres de R & D, zones pilotes, équipement des infrastructures routières, etc.) ;
- en Chine comme aux États-Unis, exploitation de services commerciaux de robotaxis urbains depuis 2022 (Baidu Apollo, Pony.ai, DiDi Chuxing, AutoX, WeRide) ;
- pour l'autonomie de niveau 4, avance incontestable des Chinois sur les Européens ;
- choix semblable des Américains et des Chinois pour développer leurs systèmes d'autonomie par intégration dans des plateformes automobiles d'entreprises tierces ;
- robotaxi, cas d'usage prioritaire ;
- développement et déploiement des robotaxis dans les villes en priorité, notamment des robotaxis en service commercial sans opérateur à bord, avec appui par des unités de bord de route (UBR) aux intersections, zones dangereuses et voies d'insertion singulièrement ;
- Pony.ai a fait la preuve de son excellence (robotaxis en service commercial jusqu'à 70 km/h, 200 véhicules autonomes en Chine, tests sur autoroute à 200 km/h vers la fin de 2024, un superviseur par robotaxi et bientôt un superviseur pour 10 km²) ;
- pour les R & D et les essais, institut national public-privé CICV de grande importance (membre d'un réseau de 33 centres publics-privés d'innovation, 23 partenaires publics ou privés, 1 000 chercheurs) ;
- grande importance des zones pilotes (fermées ou ouvertes à la circulation publique, plusieurs dizaines ou plusieurs centaines de kilomètres-carrés à chaque fois) pour les essais et les déploiements, notamment à Beijing, Guangzhou, Shanghai et Shenzhen ;
- nombreuses villes soumises à émulation mutuelle pour faciliter les R & D et déploiements commerciaux ;

- approche pragmatique des développements et déploiements sur la base d'essais en grandeur nature ;
- consensus sur la nécessité d'équiper les infrastructures routières en unités de bord de route (UBR), pour la perception (caméras, radars et lidars) comme pour la connectivité (à courte et longue portée)⁶⁴, avec les moyens appropriés pour le traitement des données (informatique en périphérie de réseau ou *edge computing*, avec IA), ces équipements ayant déjà prouvé leur capacité à améliorer la sécurité et la fluidité des trafics routiers ;
- guichet unique dans les villes pour les entreprises voulant faire des essais ou des déploiements (autorisation de roulage, essais, déploiement commercial, suivi continu en exploitation, retour sur investissements) ;
- pas d'échéance annoncée pour la rentabilité les exploitations de véhicules au niveau 4 ;
- accès payant à terme des donnéesV2I (*Vehicle-to-Infrastructure*), conditionné à la fourniture de données certifiées ;
- véhicules de niveau 3 prédisposés déjà par de nombreux constructeurs chinois avec des systèmes dits *Autonomous Ready* (comme l'installation de lidar).

⁶⁴ La Beijing High-level Automated Driving Demonstration Area (BJHAD) de Beijing a précisé à VINCI Autoroutes et VEDECOM que l'équipement complet d'un carrefour (avec appareils de perception et de connectivité) coûtait 80 000 euros.

Chapitre 6

Le plus souvent américaines et chinoises, les entreprises pionnières se toisent en Californie

La Californie mérite un regard particulier. C'est là qu'a surgi en 2012 la nouvelle ambition concernant les véhicules autonomes de niveau 3, 4 ou 5. C'est là aussi que la plupart des meilleures sociétés de véhicules autonomes, presque toutes américaines ou chinoises, ont commencé leurs essais. C'est là encore que se déploient les entreprises les plus performantes de la technologie numérique : Alphabet, Apple, Amazon Web Services (AWS, filiale d'Amazon), Meta, Microsoft, OpenAI, Tesla, xAI, etc. C'est là enfin que saute aux yeux l'absence des entreprises européennes de niveau 4.

Les résultats des entreprises américaines comme chinoises y sont obligatoirement transmis au Department of Motor Vehicles, qui les publie chaque année. Ils montrent que les circulations sont de plus en plus nombreuses, notamment sans conducteur ni agent de sécurité à bord, que les progrès en sécurité routière sont incessants et que les entreprises américaines et chinoises dominent les technologies de la conduite autonome. Les entreprises européennes, notamment françaises, sont les grands absents de cette compétition californienne.

1. La révolution du véhicule autonome a bien commencé aux États-Unis, malgré les récents déboires de Cruise

Chaque année, les titulaires de permis délivrés par le Department of Motor Vehicles (DMV) en Californie doivent déclarer le nombre de véhicules autonomes qu'ils ont exploités du 1^{er} décembre au 30 novembre, ainsi que le nombre de kilomètres ou de milles qu'ils ont parcourus et le nombre de **reprises en main** (*desengagements*). Une reprise en main peut survenir quand le véhicule autonome a rendu la main à un conducteur de sécurité présent dans le véhicule ou quand un conducteur de sécurité a de lui-même repris le contrôle.

La reprise en main dépend de la politique de l'entreprise, par exemple des instructions de prudence données au conducteur de sécurité. Les données rapportées par les entreprises sont donc à considérer avec prudence. Mais comme la Californie est actuellement la seule région au monde où de telles données sont publiques, elles offrent un bon aperçu des progrès et de l'état de développement des véhicules autonomes.

Au total, moins de 50 entreprises ont transmis des données pour les douze mois courant du 1^{er} décembre 2021 au 30 novembre 2022. Deux n'ont pas remis le rapport obligatoire : elles

perdront leur permis. 22 entreprises n'ont déclaré aucune activité. En définitive, les données de 24 entreprises sont disponibles. Sept d'entre elles sont actuellement autorisées à exploiter des véhicules sans conducteur de sécurité.

Pour les rapports sur les trajets avec des conducteurs de sécurité dans le véhicule, on constate que 1 507 véhicules autonomes ont circulé en Californie au cours de la période, soit une augmentation de 28 % par rapport à la période précédente. Waymo (filiale d'Alphabet) en avait le plus avec 688 véhicules, un peu moins toutefois que les 693 véhicules de 2021. Vient ensuite Cruise (filiale de General Motors) avec 388 véhicules, presque trois fois plus qu'en 2021.

De décembre 2021 à novembre 2022, les véhicules de tous les constructeurs ont parcouru ensemble 9 543 686 kilomètres, près d'un tiers de plus que dans les douze mois précédents (6 482 960 kilomètres alors). De nouveau, la plus grande distance a été parcourue par Waymo qui, avec 4 640 230 kilomètres, a relégué Cruise à la deuxième place avec 2 761 955 kilomètres.

En moyenne, un véhicule de Cruise a parcouru 153 442 kilomètres avant l'intervention d'un conducteur de sécurité. Avec un kilométrage annuel de 16 000 kilomètres par voiture, cela signifierait **une reprise en main tous les dix ans** ! Le chinois AutoX arrive en deuxième position avec 78 902 kilomètres, l'américain Zoox (filiale d'Amazon) en troisième position avec 42 067 kilomètres, le chinois WeRide en quatrième position avec 34 432 kilomètres.

Sept entreprises (Apollo du chinois Baidu, AutoX, Cruise, Nuro, Waymo, WeRide et Zoox) ont des permis les autorisant à circuler sans conducteur de sécurité. Au total, cinq de ces entreprises (Apollo, Cruise, Nuro, Waymo et WeRide), qui ont eu des activités notables, ont parcouru un million de kilomètres environ sans conducteur en 2022 (voir Tableau 4). **C'est 25 fois plus qu'en 2021.**

Tableau 4 – Les constructeurs de véhicules autonomes les plus actifs en Californie en 2022

	Nombre de kilomètres parcourus sans conducteur	Nombre de véhicules autonomes
Apollo (Baidu)	34 838	4
Cruise	874 388	222
Nuro	1 479	9
Waymo	82 623	317
WeRide	4 575	3
TOTAL	997 903	555

Source : France Stratégie, d'après le Department of Motor Vehicles de Californie

Ces 555 véhicules ont ainsi parcouru près d'un million de kilomètres sans conducteur de sécurité. Cruise en a effectué le plus gros – de loin – avec 874 388 kilomètres, le plus souvent dans la ville de San Francisco, la nuit.

Aucune reprise en main n'est donnée par le DMV pour les trajets sans conducteur. Par définition, il n'y a pas à bord de conducteur de sécurité, donc pas de reprise en main possible.

Il y a [trois types de permis délivrés par le DMV](#) : pour les expérimentations avec conducteur de sécurité (*testing with a driver*), pour les expérimentations sans conducteur de sécurité (*driverless testing*) et pour les déploiements (*deployment*). Sont détenteurs de permis pour des déploiements : Cruise, Nuro et Waymo. Le permis de déploiement, toutefois, ne donne droit à des circulations commerciales de voyageurs que s'il est accompagné d'une autorisation de la California Public Utilities Commission (CPUC).

Jusqu'en août 2023, seule la société Cruise offrait des services commerciaux de robotaxis en Californie, à San Francisco, la nuit. Les difficultés parfois rencontrées par ces voitures autonomes ont vivement inquiété les autorités de la ville, ainsi qu'une partie de la population. Des activistes ont même lancé en 2023 une campagne [pour bloquer les robotaxis](#) en posant simplement un cône de chantier sur le capot.

Au début de 2023, la société Waymo a sollicité auprès de la CPUC l'autorisation d'offrir un service commercial de robotaxis à San Francisco de jour comme de nuit. La société Cruise a demandé en parallèle à étendre son service de robotaxis à San Francisco à toute heure du jour et de la nuit. La CPUC a exaucé en totalité les deux requêtes le 10 août 2023, malgré [les réticences d'une partie de la population](#). Cette [décision](#) a permis aux deux sociétés américaines de faire circuler dans presque toute la ville un nombre illimité de robotaxis nuit et jour, probablement [plus de 550 au début](#).

Avant les déboires de la société Cruise en octobre 2023 (voir section suivante), qui l'ont amenée à cesser temporairement toute exploitation commerciale de ses robotaxis, les clients à San Francisco semblaient déjà préférer les robotaxis de Waymo (voir [témoignage précis d'un client du 5 octobre 2023](#)). Rien de surprenant, cette entreprise étant la plus en avance au monde en matière d'essais. Elle a offert ses premiers services commerciaux sans personnel de sécurité à bord à Phoenix (Arizona) en décembre 2018. Au début de mai 2023, elle a annoncé qu'elle doublait la superficie exploitée à Phoenix, soit environ 470 km². Ses robotaxis circulent encore avec grande prudence (voir [l'article de Jessica Boehm du 21 juin 2023](#)), mais Waymo progresse sans cesse. Ainsi, en janvier 2024, la société [a-t-elle annoncé](#) que ses robotaxis – dans un premier temps seulement pour les employés de Waymo et leurs invités – pourraient désormais circuler sans conducteur ni agent de sécurité à bord sur les *freeways* (autoroutes urbaines) de Phoenix. Le trajet entre l'aéroport international et Scottsdale (au nord de Phoenix) s'effectuera ainsi en 25 minutes au lieu de 50. Le 1^{er} mars 2024, la CPUC [a autorisé](#) Waymo à élargir sans délai la zone de ses services commerciaux de robotaxis à Los

Angeles et à San Francisco⁶⁵ : les nouvelles aires se trouvent dans les comtés californiens de San Mateo, Santa Clara et Los Angeles⁶⁶.

S'agissant des entreprises chinoises qui expérimentent leur système de délégation de conduite en Californie, un [article de The China Project](#) donne les kilométrages du 1^{er} décembre 2021 au 1^{er} décembre 2022 avec ou sans agent de sécurité à bord, mais aussi le nombre de milles parcourus en moyenne sans reprise en mains : 49 314 pour AutoX, 19 132 pour Didi Chuxing, 14 020 pour Pony.ai, 863 pour Qcraft et 21 996 pour WeRide.

Trois autres sociétés chinoises disposent de permis pour faire des expérimentations en Californie, mais n'en ont fait aucune en 2022 : Inceptio Technology (de Shanghai, pour les camions autonomes), Nio (de Shanghai, constructeur de véhicules électriques) et XPeng (de Guangzhou, constructeur de véhicules électriques).

Les statistiques de 2023 montrent une nouvelle et forte augmentation du nombre des kilomètres parcourus par les véhicules autonomes en Californie : 9,3 millions de kilomètres avec un conducteur de sécurité et 5,3 millions sans conducteur de sécurité, soit au total une hausse de 5,3 millions de kilomètres par rapport à 2022. Waymo, la filiale d'Alphabet, est l'entreprise qui, de loin, a parcouru le plus grand nombre de kilomètres (avec ou sans conducteur de sécurité) : 7,8 millions. Concernant les reprises en main, Zoox (filiale d'Amazon) a été la meilleure entreprise : une reprise en main tous les 285 000 km. Avec un kilométrage annuel de 16 000 kilomètres par voiture, cela signifierait une reprise en main tous les dix-huit ans seulement ! Le chinois WeRide arrive en deuxième position avec 34 100 km, l'américain Waymo en troisième position avec 27 900 km. En février 2024, selon le DMV, trois entreprises étaient autorisées à déployer – et non plus seulement à essayer – des véhicules autonomes en Californie : l'allemand Mercedes-Benz, l'américain Nuro (pour des droïdes de livraison) et l'américain Waymo⁶⁷.

En octobre 2023, selon le DMV, six entreprises (Apollo, AutoX, Nuro, Waymo, WeRide et Zoox) avaient reçu des permis les autorisant à faire des essais en Californie sans conducteur de sécurité. Trois sont chinoises : Apollo (de Baidu), AutoX et WeRide.

Mais [les entreprises chinoises de véhicules autonomes sont de moins en moins actives en Californie](#) en raison des tensions géopolitiques entre la Chine et les États-Unis. Les

⁶⁵ Concernant l'acceptation sociale des robotaxis, il est intéressant de remarquer que lors de la consultation publique ayant précédé la décision du 1^{er} mars 2024 en faveur de l'expansion des aires d'activité commerciale des robotaxis de Waymo en Californie, 81 réponses favorables ont été reçues par la CPUC : chambres de commerce, associations de handicapés, etc. Comme l'écrit la CPUC : « Ces réponses ont généralement souligné les avantages potentiels en matière de sécurité, d'accessibilité, d'économie et d'environnement d'une expansion du service de véhicule autonome sans conducteur de Waymo. De nombreuses réponses ont aussi décrit l'engagement de *Waymo* auprès de la communauté, et souligné les avantages potentiels pour des populations spécifiques, notamment les personnes handicapées, les personnes âgées, les piétons, les cyclistes et d'autres groupes mal desservis tels que les personnes à faible revenu, les jeunes et les familles, et les personnes sans domicile fixe ». La CPUC a reçu 5 objections, présentées par : City of South San Francisco, County of San Mateo, Los Angeles Department of Transportation, San Francisco County Transportation Authority et San Francisco Taxi Workers Alliance.

⁶⁶ Le service commercial de robotaxi de *Waymo* à Los Angeles a [commencé le 14 mars 2024](#), dans un territoire de 163 km². Les premiers clients doivent au préalable s'inscrire. Avant même le début du service, environ 50 000 personnes s'étaient déjà inscrites.

⁶⁷ En février 2024, 38 entreprises détenaient un permis les autorisant à faire des essais avec un conducteur de sécurité à bord, 6 entreprises avaient un permis pour faire des essais sans conducteur de sécurité, et 3 entreprises étaient autorisées à déployer des véhicules autonomes.

entreprises chinoises ont fait 130 000 milles (210 000 km) d'essai en 2023, contre 450 000 milles (724 000 km) en 2022.

2. Les déboires de Cruise à San Francisco ont terni l'image des robotaxis aux États-Unis, sans freiner l'élan général

La flotte de Cruise a été réduite à 50 robotaxis le jour et 150 la nuit dès septembre 2023, après un choc survenu le 17 août à San Francisco entre un véhicule de sapeurs-pompiers et un robotaxi de Cruise. Puis, tous les robotaxis de Cruise ont été arrêtés le 24 octobre 2023 par le DMV de Californie. La décision de suspension concernant tous les permis d'expérimentation et de déploiement de Cruise a fait suite à un grave accident survenu avec un piéton le 2 octobre à San Francisco. La NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), de son côté, avait ouvert une enquête le 17 octobre 2023 sur la sécurité envers les piétons des 990 véhicules de Cruise à San Francisco et ailleurs. Selon la NHTSA, en effet, lesdits véhicules « pourraient ne pas faire preuve de la prudence nécessaire en présence de piétons sur la chaussée ». Le 26 octobre 2023, la société Cruise a finalement annoncé suspendre temporairement les circulations de ses robotaxis partout aux États-Unis, la société opérant aussi à Phoenix dans l'Arizona, ainsi qu'à Austin et Houston au Texas.

Si, dès la fin de novembre 2023, la société Cruise et son actionnaire principal General Motors ont annoncé qu'ils allaient reprendre les circulations de robotaxis dans une ville des États-Unis, la détermination de General Motors envers les robotaxis de Cruise a néanmoins reculé : Cruise a déjà perdu 8 milliards de dollars depuis 2017 et le but de General Motors de tirer de Cruise un chiffre d'affaires de 50 milliards de dollars en 2030 s'éloigne. Finalement, la directrice générale de General Motors (GM) a annoncé le 29 novembre 2023 que GM diminuerait « substantiellement » ses investissements sur l'autonomie de conduite en 2024.

Ces déboires ont fait l'objet d'un article sévère de l'influent quotidien américain *The New York Times* le 3 novembre 2023. Le journal affirmait, en particulier, que le modèle économique de Cruise était mauvais : chaque robotaxi serait suivi à distance par 1,5 agent en moyenne, et il y aurait une intervention à distance tous les 2,5 ou 5 milles (entre 4 et 8 kilomètres). La réponse du directeur général de Cruise permet de bien comprendre la fonction des superviseurs à distance, appelés « *remotely assisted operators* » ou « *RA operators* » par Cruise :

« Les véhicules autonomes (VA) de Cruise sont assistés à distance (RA pour *remotely assisted*) de 2 % à 4 % du temps en moyenne, dans des environnements urbains complexes. Ce chiffre est déjà suffisamment bas pour qu'il n'y ait pas un énorme avantage en termes de coûts à l'optimiser davantage, surtout si l'on tient compte de l'utilité d'un contrôle humain dans certaines situations. La statistique citée par le *New York Times* est la fréquence à laquelle les VA initient les sessions de RA. Beaucoup de ces sessions sont résolues par le VA lui-même avant même que l'humain n'examine les choses, puisque nous demandons souvent au VA de prendre l'initiative de manière proactive, avant qu'il ne soit certain d'avoir besoin d'aide. De nombreuses sessions sont des demandes de confirmation rapides (est-il possible de continuer ?), qui sont résolues en quelques secondes. D'autres prennent plus de temps, et consistent à guider le VA dans des situations délicates. Dans l'ensemble, cela représente de 2 % à 4 % du temps passé en mode sans conducteur. En termes de personnel, nous avons fait le choix d'avoir des employés en surnombre par rapport à la taille de notre flotte, afin de gérer des rafales localisées de demandes de RA. Avec une flotte plus importante, nous prévoyons de gérer les rafales avec un ratio plus faible

d'opérateurs RA par rapport aux VA. Enfin, je pense que les effectifs cités par le NYT incluent plusieurs autres fonctions impliquées dans l'exploitation de flottes de VA au-delà de l'assistance à distance (personnes qui nettoient, chargent, entretiennent, etc.), qui sont aussi un domaine qui s'améliore de manière significative avec la taille des flottes et avec le temps⁶⁸. »

Un article intéressant sur cette question a été écrit par l'ingénieur canadien Brad Templeton, ancien consultant de la société Starship Technologies, article [publié le 7 novembre 2023 par le magazine Forbes](#). Basée à San Francisco, la société estonienne Starship Technologies est une des meilleures entreprises au monde dans le domaine des droïdes autonomes de livraison. Comparant les progrès des robotaxis de Cruise et des droïdes de Starship Technologies, l'ingénieur explique que les chiffres donnés par le directeur général de Cruise sur la supervision à distance démontrent une situation plutôt satisfaisante et qui ne peut aller qu'en s'améliorant. Il insiste notamment sur une différence fondamentale. En cas de danger, un agent de sécurité à bord d'un véhicule autonome peut agir très vite, par exemple pour freiner ou donner un coup de volant. En revanche, un superviseur à distance, le plus souvent, ne peut guère que répondre aux demandes faites par le système du véhicule autonome pour des décisions inopinées à prendre d'urgence, par exemple en cas de travaux de voirie ou de feux de croisement en panne :

« Même si la première réaction, lorsque Cruise a confirmé que la société faisait beaucoup d'interventions à distance, est de s'exclamer "c'est beaucoup trop !", il faut comprendre que Cruise, Waymo et tous ceux qui opèrent de telle façon ne font face à aucune urgence de sécurité lors de leurs interventions. S'il se présente un problème urgent qui peut provoquer un accident sans action humaine, les opérateurs à distance ne sont pas en situation de pouvoir l'empêcher. Si, en surveillant, il leur semble qu'un accident peut survenir dans les secondes qui suivent, ils pourraient éventuellement faire quelque chose ; mais en général, ils ne surveillent pas durant ces moments si brefs⁶⁹. »

3. Selon Waymo, la voiture autonome de niveau 4 réduirait les accidents avec blessures de 85 % par rapport à la conduite humaine

La mesure des avantages apportés par les voitures autonomes de niveau 4 par rapport aux voitures manuelles est l'objet de débats contradictoires. Les sociétés de robotaxis affirment qu'ils sont importants, d'autres experts répondent que les preuves manquent encore.

Dans un document publié le 23 février 2023, Waymo [a expliqué les excellents résultats](#) obtenus en matière de sécurité lors de ses expérimentations sur route sans conducteur :

« Cet article examine les performances en matière de sécurité du Waymo Driver™, le système de conduite automatisée (ADS) de Waymo. Il analyse un million de kilomètres de conduite sur des routes publiques de Californie et d'Arizona sans aucune personne derrière le volant – ce que nous appelons les opérations à conducteur seul (RO, *rider-only*). Aucune blessure n'a été signalée, et seules deux collisions ont été comparables à celles de la National Highway Traffic Safety Administration's Crash Investigation Sampling System (CISS), une base de données représentative au niveau national des collisions rapportées par la police et dans lesquelles au moins un véhicule a été remorqué. Il y a eu 18 autres cas de contact mineur, mais trop mineur pour répondre aux

⁶⁸ Traduit par les auteurs.

⁶⁹ Traduit par les auteurs.

critères de remorquage et de déclaration par la police au CISS, 9 de ces 20 contacts n'ayant causé aucun dommage. Aucun des événements comparables au CISS, aucun des événements de contact mineur n'a été associé à une intersection ou n'a impliqué des usagers de la route vulnérables (VRU, *Vulnerable Road Users*), et tout événement véhicule contre véhicule a impliqué une ou plusieurs infractions au code de la route et/ou des comportements dangereux de la part du conducteur de l'autre véhicule. 55 % de tous les événements de contact se sont produits avec un véhicule Waymo à l'arrêt, et 40 % étaient liés au stationnement, avec quelques chevauchements entre les deux catégories⁷⁰. »

Waymo a fait encore valoir les très bons résultats d'une étude faite avec la grande société suisse d'assurance et de réassurance Swiss Re. Le rapport final intitulé *Comparative Safety Performance of Autonomous- and Human Drivers: A Real-World Case Study of Waymo One Service* a été publié en septembre 2023. Voici un extrait de la conclusion, qui reste à confirmer car le nombre des données sur lesquelles est fondée l'analyse est encore petit :

« *While driving without a human behind the steering wheel in RO [Ride-Only, c'est-à-dire sans conducteur derrière le volant] mode for 3,868,506 miles [environ 6,2 millions de kilomètres], the Waymo Driver reduced bodily injury claims frequency by 100 % [...]. The difference is statistically significant, indicated by the non-overlapping confidence intervals [...]. This provides strong evidence about the ADS' ability to reduce bodily injuries on public roads. Property damage claims frequency was significantly reduced by 76 % (0.78 vs 3.26 claims per million miles), as indicated by non-overlapping [...].* »

(Traduction : « En circulant sans conducteur au volant en mode RO [Ride-Only, c'est-à-dire sans conducteur derrière le volant] sur 3 868 506 milles [environ 6,2 millions de kilomètres], le système Waymo Driver a diminué la fréquence des réclamations pour dommages corporels de 100 % [...]. La différence est statistiquement significative, comme le montrent les intervalles de confiance qui ne se chevauchent pas [...]. Cela fournit des preuves solides sur la capacité du système d'autonomie de conduite à réduire les blessures corporelles sur la voie publique. La fréquence des sinistres pour dommages matériels a été significativement réduite de 76 % (0,78 contre 3,26 sinistres par million de milles), comme l'indique le non-chevauchement [...]. »)

Dans un [autre rapport daté du 20 décembre 2023](#), plus développé, Waymo a fait état de très bons résultats concernant la sécurité de ses robotaxis mesurée sur 7,14 millions de milles (environ 11,5 millions de kilomètres). Compte tenu de l'importance de cette étude, nous en reproduisons ci-dessous le résumé complet (traduit par les auteurs du présent rapport, avec ADS pour *Automated driving system*, RO pour *Rider-only*, NHTSA pour *National Highway Traffic Safety Administration*, IPMM pour *Incident per million miles*) :

« L'article étudie les performances de sécurité du Waymo Driver, un système de conduite automatisée (ADS) de niveau 4 (échelle de SAE) utilisé dans une application de réservation de taxis pour voyageurs (RO) sans conducteur humain, que ce soit à bord ou à distance. Les données sur les accidents ADS proviennent du Standing General Order (SGO) de la NHTSA, portant sur plus de 7,14 millions de milles RO jusqu'à la fin d'octobre 2023 à Phoenix (Arizona), San Francisco et Los Angeles (Californie). Cette étude est une des premières à comparer globalement le taux de véhicules accidentés en utilisant uniquement des données RO (par opposition aux essais ADS avec un agent derrière le volant) par rapport à une conduite humaine, en corrigeant les biais introduits par les sous-déclarations et les déclarations non homogènes rapportées dans la littérature. Si l'on considère tous les sites de circulation ensemble, le taux des accidents avec blessures était de 0,41 accident par million de milles (IPMM) pour l'ADS contre 2,78 IPMM pour la conduite humaine, soit une réduction de 85 % ou un taux inférieur de 6,8 fois.

⁷⁰ Traduit par les auteurs.

Les taux de véhicules accidentés déclarés par la police pour tous les sites confondus étaient de 2,1 IPMM pour l'ADS contre 4,85 IPMM pour la conduite humaine, une réduction de 57 % ou un taux inférieur de 2,3 fois. Les diminutions concernant les événements signalés par la police et ceux pour toute blessure, s'agissant de l'ADS, étaient statistiquement significatives à San Francisco et à Phoenix, ainsi que pour l'ensemble des sites. La comparaison à Los Angeles, qui se caractérise jusqu'à présent par un faible kilométrage et l'absence de tout événement signalé, n'est pas statistiquement significative. En général, le Waymo ADS montre des taux pour les événements avec dommages matériels ou corporels qui sont moindres que pour les conduites humaines. Compte tenu de l'imprécision de l'estimation de référence et des multiples sources potentielles de sous-déclaration biaisant les indices de référence, il convient d'être prudent en interprétant les résultats de toute comparaison concernant l'ensemble des accidents considérés quels que soient les dommages matériels ou corporels. Ensemble, ces résultats relativement aux taux d'accident doivent être interprétés comme un indicateur de croissance tendancielle et continue de la confiance, avec d'autres méthodologies, dans une démarche de construction d'un dossier de sécurité. »

D'après l'étude de la société Waymo de décembre 2023 portant sur 11,5 millions de kilomètres réalisés en autonomie de conduite, les accidents avec blessures seraient moindres de 85 % (6,8 fois moins) qu'avec des voitures manuelles⁷¹.

Par comparaison, précisons qu'en Europe le transport en commun sur route (bus ou autocar) est impliqué **dans environ 10 fois moins d'accidents avec tués ou blessés** que le transport en voiture particulière. Dès à présent, la sécurité du robotaxi se rapprocherait donc de celle du transport collectif sur route, généralement considéré comme très sûr.

⁷¹ On peut ajouter qu'en février 2024, le San Francisco Fire Department (sapeurs-pompiers) **a fait savoir** que les incidents avec les robotaxis lors de leurs interventions avaient nettement diminué depuis l'été de 2023. La sécurité s'améliore sans conteste, ont-ils assuré. Le Département l'avait jugée auparavant très préoccupante, comme l'avait montré l'accident du 17 août 2023 mettant en cause un robotaxi de Cruise (l'exploitation des robotaxis par cette société a d'ailleurs cessé en octobre 2023). Cette amélioration est notamment le fruit de la collaboration entre le Département et Waymo. Un long travail en commun a conduit à des mesures très utiles de prévention, par exemple la possibilité d'interdire toute circulation de robotaxis dans une aire de protection autour d'un point d'intervention en cours des sapeurs-pompiers.

Chapitre 7

La France et l'Europe doivent chercher de nouveaux ressorts pour se hisser vers les meilleurs

1. Les investissements et les brevets sont incomparablement moins nombreux en France et en Europe qu'en Chine et aux États-Unis

Par rapport à la Chine et aux États-Unis, pour le niveau 4 sans conducteur, les dépenses publiques et privées en R & D sont bien inférieures en France et en Europe. Ici, on parle en dizaines ou – rarement – en centaines de millions d'euros ; là, on parle en milliards d'euros. Ici, l'écosystème industriel est petit, fragile ou inexistant ; là, il s'appuie sur de nombreuses entreprises dans toute la chaîne de valeur (amont et aval) et sur les géants de l'industrie automobile et de la technologie numérique. Ici, le kilométrage des expérimentations et des simulations est faible ; là, il est des centaines de fois plus important. Le nombre des entreprises travaillant d'une manière ou d'une autre aux véhicules autonomes est considérable en Chine et aux États-Unis ; il est incomparablement plus faible en France et en Europe.

La société française Questel a examiné les brevets déposés sur l'autonomie de conduite⁷². Elle a constaté sans surprise que sur les 49 000 familles de brevets enregistrées entre 2010 et la fin de 2022, 75 % provenaient des années 2016-2022. Les R & D s'accroissent. La moitié sont le fait de la Chine et 17 % des États-Unis. Les suivants sont le Japon (11 %), l'Allemagne (8,3 %) et la Corée du Sud (8 %). **Dans la liste des 50 premières entreprises ayant déposé de tels brevets, la France n'apparaît que trois fois : PSA Automobiles (30^e place), Renault (34^e place) et Valeo (44^e place).**

Les investissements en faveur de la conduite autonome sont nettement plus élevés en Chine et aux États-Unis qu'en Europe, surtout grâce aux fonds de capital-risque. Un rapport publié le 30 septembre 2021 par l'OCDE sur les investissements en capital-risque de 8 300 sociétés privées recourant ou travaillant à l'intelligence artificielle, l'OCDE a conclu ceci :

« Les entreprises d'IA travaillant sur les véhicules sans conducteur et les technologies de mobilité associées ont attiré le plus d'investissements [dans l'ensemble des investissements relatifs à l'IA], drainant 19 milliards de dollars américains en fonds de capital-risque en 2020, et 95 milliards de dollars entre 2012 et 2020. Ces chiffres témoignent de la confiance dans l'énorme potentiel de

⁷² Questel (2022), « [Autonomous Driving and Smart Transportation - 2022 Patent landscape](#) », décembre.

l'IA pour résoudre les problèmes cruciaux de mobilité et de transport à l'avenir. La quasi-totalité de ces investissements (98 %) ont été réalisés dans des entreprises en Chine et aux États-Unis. »

Dans de nombreux domaines des technologies avancées, la Chine s'est hissée au niveau des meilleures nations. Ainsi [l'Australian Strategic Policy Institute \(ASPI\)](#) a montré que pour 44 technologies d'avenir, la Chine se plaçait en tête pour 37 d'entre elles. C'est le cas pour les trois technologies que l'ASPI appelle « *artificial intelligence algorithms and hardware accelerators* », « *machine learning (incl. neural networks and deep learning)* » et « *autonomous systems operation technology* ». De manière générale, en matière d'intelligence artificielle, l'avance de la Chine et des États-Unis est très importante, comme l'a montré par exemple le [2023 AI Index Report](#) établi par l'université de Stanford (Californie).

2. Le véhicule autonome de niveau 4 reste un pari trop risqué pour l'Europe

Comme tout grand projet d'innovation, le véhicule autonome de niveau 4 sur route ouverte reste un pari – un pari onéreux, que ne relèvent actuellement que deux pays possédant des sociétés technologiques puissantes, les États-Unis (et leur GAFAM) et la Chine (et ses BATX). La situation présente est à mi-chemin entre l'enthousiasme excessif des premières années (2012-2018) et le pessimisme non moins exagéré en Europe des années suivantes. Car des robotaxis et des bus autonomes sont déjà en exploitation commerciale en plusieurs villes de Chine et des États-Unis, certes encore sous une étroite et coûteuse supervision à distance. En Chine et aux États-Unis, le niveau de maturité technologique (*Technology Readiness Level*, TRL) est 8 ou 9 sur [l'échelle des TRL](#) qui va de 1 à 9. Si le chiffre d'affaires des sociétés exploitantes est encore sans commune mesure avec le montant annuel des investissements de R & D, les entreprises impliquées sont convaincues que les coûts marginaux de la conduite autonome vont considérablement et rapidement diminuer, et que le marché commercial va vite s'étendre. Ainsi le directeur financier de General Motors (Paul Jacobson) a-t-il déclaré, [lors d'une conférence le 9 août 2023](#) que le chiffre d'affaires de sa filiale Cruise – certes avant les ses déboires à San Francisco – atteindrait un milliard de dollars au cours de l'année 2025. Les véhicules autonomes devraient vite se développer en Chine et aux États-Unis dans les zones ouvertes, mais aussi dans les zones fermées à la circulation publique (emprises industrielles, ports, aéroports, etc.) : bus et minibus autonomes, robotaxis, droïdes de livraison, droïdes de distribution (alimentaire par exemple), robots pour la maintenance des chaussées (voir ceux utilisés en 2021 pour [une section de la Nanjing-Shanghai Expressway](#)), navettes de voyageurs, nettoyeurs de rue, etc.

En 2023, malgré les avancées incontestables en Chine et aux États-Unis. **beaucoup en Europe restent sceptiques**⁷³.

Certes, des arguments peuvent appeler à la prudence, s'agissant du niveau 4. Les véhicules sont chers – navettes françaises à 250 000 ou 300 000 euros l'unité, Jaguar I-Pace de Waymo

⁷³ Par exemple, dans [le rapport de la Commission de l'intelligence artificielle](#) remis au président de la République française le 13 mars 2024, une commission présidée par la présidente du conseil d'administration de l'École normale supérieure et un professeur au Collège de France (Philippe Aghion), la seule mention ou presque des véhicules autonomes ignore tout des déploiements commerciaux en Chine et aux États-Unis : « La voiture à conduite automatisée, dont la démocratisation est sans cesse reportée, illustre la double difficulté de lever les verrous technologiques et de déployer effectivement les systèmes automatisés en situation réelle. »

à 150 000 dollars américains ou un peu moins –, les lidars restent onéreux, les déploiements commerciaux sont encore peu nombreux et sous des ODD assez restreints. Les réglementations française et européenne sont très contraignantes en matière de transport autonome des voyageurs, les investissements sont très lourds, l'équilibre économique paraît à beaucoup impossible avant longtemps, l'acceptabilité sociale est loin d'être assurée et l'apprentissage profond par réseaux de neurones artificiels a atteint ses limites. Mais **ces arguments ne suffisent pas, loin s'en faut, à tempérer l'ambition des pionniers américains et chinois**, qui progressent sans cesse.

3. L'Europe doit-elle renforcer sa coopération avec les Américains et les Chinois ou se protéger de leurs entreprises ?

La Chine et les États-Unis dominent largement le champ du véhicule autonome de niveau 4⁷⁴. Voici les six lieux de Chine où sont déployés commercialement des robotaxis sans agent de sécurité à bord (voir la Carte 4 page suivante, dressée par les auteurs, sur la base de Google My Maps). Les marques de couleur correspondent à Baidu, Didi, Pony.ai, WeRide et AutoX. **Aux États-Unis**, des flottes sont déployées commercialement dans quatre villes – Austin, Los Angeles, Phoenix et San Francisco (et sa baie). Mais **il n'y a encore aucun déploiement commercial de robotaxi (sans agent de sécurité à bord) à ce jour** en France, en Europe, dans le golfe Persique ou ailleurs.

Carte 4 – Aires d'exploitation commerciale des robotaxis en Chine
(sans agent de sécurité à bord)



Source : carte dressée par les auteurs

⁷⁴ Un expert canadien tient à jour une carte du monde où sont localisés tous les essais et déploiements de véhicules autonomes. Cette carte illustre on ne peut plus clairement l'avance prise par la Chine et les États-Unis.

Voici la taille des flottes de robotaxis qui sont commercialement déployées en juin 2024 dans le monde :

**Tableau 5 – Les exploitants de robotaxis commerciaux en juin 2024
(sans agent de sécurité à bord)**

Sociétés	Pays	Villes	Nombre de robotaxis en exploitation commerciale
Waymo	États-Unis	Austin (Texas), Los Angeles (Californie), Phoenix (Arizona) et San Francisco (Californie)	Plus de 300
AutoX	Chine	Shenzhen (Guangdong) et Shanghai	Plus de 1 000 (y compris les véhicules en phase d'essai)
Baidu (Apollo)	Chine	Beijing, Chongqing, Shenzhen (Guangdong) et Wuhan (Hubei)	Plus de 1 000
Didi	Chine	Guangzhou (Guangdong) et Shanghai	Plus de 300
Pony.ai	Chine	Beijing, Guangzhou (Guangdong) et Shenzhen (Guangdong)	Plus de 200
WeRide	Chine	Beijing	Quelques dizaines

Lecture : en mai 2024, dans le monde, on compte 16 flottes urbaines de robotaxis commerciaux (sans opérateur de sécurité à bord), dont 4 aux États-Unis et 12 en Chine. Pour l'heure, les entreprises pionnières comme Waymo⁷⁵, la plus ancienne, se limitent à leur territoire national. Aucune société n'est encore sur les rangs en Europe.

Source : France Stratégie

L'Europe doit-elle s'attendre à une offensive sur son sol des industries américaines ou chinoises venant déployer des véhicules autonomes, notamment des robotaxis, des bus et des droïdes de livraison, en prenant des parts de marché aux entreprises françaises (SNCF et RATP et leurs filiales) ? Pour les véhicules circulant en emprise privée, hors du champ du code de la route, c'est probable si l'Europe ne se muscle pas rapidement. En ce qui concerne la circulation sur routes et rues ouvertes, la sévérité des règlements français et européens constitue une haute barrière à l'entrée. Mais cette barrière réglementaire freine tout autant les entreprises européennes que les entreprises américaines ou chinoises pour le niveau 4 d'autonomie. Si on veut que la mobilité en France et l'Europe tire profit des avantages économiques et environnementaux des véhicules autonomes, il est essentiel que les règlements sur la réception des véhicules soient appliqués de façon à ne pas entraver les recherches et les déploiements. Il faut aussi, sans délai, que les autorités publiques installent les équipements de ville intelligente et que les gestionnaires des infrastructures routières posent les installations qui faciliteront les circulations des mobiles autonomes – plusieurs le font déjà, comme Autoroutes Paris-Rhin-Rhône ou VINCI Autoroutes.

La France et l'Europe ont-elles intérêt à coopérer avec les entreprises américaines et chinoises ? Compte tenu de l'avance prise en Chine et aux États-Unis, une coopération bien encadrée pour ne pas nuire aux intérêts industriels européens apporterait à la France et à

⁷⁵ La filiale Waymo d'Alphabet a son origine, sous des appellations et structures différentes, en 2009.

l'Europe beaucoup d'avantages et peu d'inconvénients. Des coopérations industrielles avec des grandes entreprises chinoises ont été nouées avec succès. C'est, par exemple, ce que la France a fait dans un autre domaine où les entreprises chinoises sont en avance, celui des batteries, en facilitant l'implantation dans les Hauts-de-France de deux entreprises chinoises : Envision AEFC et XTC New Energy Materials (Xiamen). Autres exemples de coopération intéressante pour la France : celle qui associe la RATP au chinois CRRC pour mettre au point des bus totalement autonomes, celle qui lie le constructeur français de navettes autonomes Lohr avec l'entreprise Mobileye, filiale d'Intel, ou encore celle qui réunit Renault et le chinois WeRide pour la mise point en France d'un minibus autonome. Par ailleurs, l'équipementier français Valeo, acteur important dans l'autonomie de conduite, est solidement implanté aussi bien en Europe et aux États-Unis qu'en Chine : son triple développement démontre l'intérêt de collaborations bien encadrées entre les trois territoires.

Dans son [rapport du 30 juillet 2021](#), le député Damien Pichereau, en mission sur les véhicules automatisés appelle à « un renforcement des actions de recherche et de développement spécifiquement tournées vers le véhicule à conduite automatisée et les systèmes de transport autonome qui pourrait prendre par exemple la forme d'un plan de recherche national spécifiquement consacré au véhicule automatisé ainsi qu'aux systèmes de transport autonome ». Et d'ajouter que « cette recherche doit naturellement encourager les coopérations avec les acteurs européens, mais aussi non-européens ».

Lors de sa visite en Chine en juillet 2023, Bruno Le Maire, le ministre français chargé de l'Économie et des Finances [a déclaré le 26 juillet 2023](#) : « Les investisseurs chinois sont les bienvenus en France, en particulier dans le domaine des véhicules électriques, des batteries et de la transition énergétique ». Lors de sa visite en Chine en avril 2023, le président de la République a manifesté plus généralement son intérêt à travailler avec la Chine sur l'intelligence artificielle, essentielle pour l'autonomie de conduite.

De leur côté, les entreprises chinoises concevant des véhicules autonomes de niveau 4 sont-elles intéressées par des coopérations avec la France, soit pour entreprendre des essais et démonstrations avant de déployer des services commerciaux en France, soit pour en déployer en Chine ? La réponse est oui. Au cours de leur mission, les auteurs de la présente étude ont rencontré plusieurs de ces entreprises. Toutes ont montré de l'intérêt pour à des formes de coopération, soit pour déployer des services autonomes en France (comme le chinois CRRC le fait avec la RATP ou WeRide avec Renault), soit pour en déployer en Chine (comme le faisaient les sociétés françaises EasyMile et Navya). Il en est de même des entreprises américaines comme Mobileye, déjà bien présente en Europe.

Les stratégies publiées par les autorités nationales ou locales en Chine appellent toujours les entités travaillant aux véhicules autonomes à s'ouvrir à l'étranger. Et les déclarations des entreprises chinoises engagées dans l'autonomie de conduite le confirment. Mais il est vrai que la priorité des entreprises chinoises est d'abord de parfaire leurs technologies et de consolider leurs capacités commerciales en Chine. Sauf événement dramatique venant entraver leurs progrès actuels, comme l'accident causé par un robotaxi de Cruise à San Francisco en octobre 2023, il est probable qu'elles seront prêtes, pour le transport des voyageurs comme pour les autres usages, à se déployer hors de Chine sous une forme ou sous une autre assez rapidement. Comme signalé précédemment, la société chinoise Pony.ai a déjà signé en mars 2024 un Memorandum of Understanding avec le Luxembourg pour y fonder prochainement [un centre européen sur l'autonomie de conduite](#). Il appartiendra aux

autorités et aux entreprises françaises de prendre les précautions qui s'imposent pour protéger leur savoir-faire et leurs propriétés intellectuelles comme pour faire appliquer les règlements sur la protection des données personnelles.

Il en est de même des entreprises américaines. La société Waymo notamment est en phase de déploiement commercial pour ses robotaxis aux États-Unis, à San Francisco, Los Angeles et [Austin](#). Pour le moment, rien ne semble freiner l'expansion de Waymo, lente mais robuste, dans plusieurs États américains. Tesla et d'autres affichent aussi de grandes ambitions⁷⁶. La puissance et le génie des GAFAM et de toute l'industrie des nouvelles technologies peuvent conduire ce pays à vite dominer, avec la Chine, l'industrie du véhicule autonome si la France, l'Europe, la Corée ou le Japon ne s'activent pas rapidement.

Très souvent dans l'histoire économique, la compétence et l'audace ont été les moteurs de l'innovation industrielle. En matière de technologies automobiles comme de numérique, la France et l'Europe ne manquent pas de compétences, mais l'audace fait trop souvent défaut. Elles concentrent leur attention au seul domaine des transports collectifs en mode autonome (navettes, minibus et bus), comme compléments aux transports collectifs. **Le robotaxi est rarement vu comme le déclencheur possible d'une révolution dans le transport en voiture**, un mode de transport terrestre qui restera dominant, qu'on le regrette ou non. En France, rappelons-le, 82 % des voyageurs-kilomètres en voiture particulière ont été décomptés en 2022. Le taux est singulièrement élevé dans les zones où les transports en communs sont inefficaces ou inexistantes. Les droïdes de logistique sur route ouverte sont l'objet de peu d'attention. Ce désintérêt fait penser au retard de l'industrie française au regard du nombre des robots qu'elle utilise dans ses usines, un retard que France 2030 s'emploie à combler. Le défaut d'enthousiasme pourrait expliquer **le faible niveau des fonds privés qui sont alloués à l'autonomie de conduite en France et en Europe**.

⁷⁶ Elon Musk, [a annoncé en avril 2024](#) qu'il présenterait au public son premier robotaxi le 8 août 2024. En avril, Tesla a précisé que ses voitures avaient déjà parcouru en mode FSD (*Full-Self Driving*) environ 1 milliard de kilomètres ; ainsi l'entreprise a engrangé une grande quantité de données en vue des niveaux d'autonomie 3 et 4.

Recommandations pour que la France et l'Europe rattrapent leur retard sur la Chine et les États-Unis

Les points saillants des parties précédentes sont les suivants :

- Les stratégies et les politiques industrielles sont claires et ambitieuses en Chine et aux États-Unis. L'unité normative et la taille des marchés constituent deux grands atouts.
- Les dépenses publiques et privées en R & D en Chine et aux États-Unis dépassent de très loin celles de l'Europe et de la France.
- L'écosystème de toute la chaîne de valeur en Chine et aux États-Unis est bien plus complet et plus dynamique qu'en Europe et en France.
- Les géants de l'industrie automobile et de la technologie numérique en Chine (BATX) et aux États-Unis (GAFAM) s'impliquent pleinement dans la conduite autonome, d'une manière ou d'une autre.
- Les réglementations sont plus souples en Chine et aux États-Unis, ce qui encourage les expérimentations et les déploiements commerciaux.
- Les autorités chinoises et américaines s'impliquent activement au niveau local.
- La Chine considère que l'équipement des infrastructures (unités de bord de route, etc.) doit partout accompagner l'essor de l'autonomie de conduite⁷⁷. L'expansion des véhicules autonomes, qui se fait surtout dans les villes, est accomplie par élargissement progressif des aires de circulation autorisée : zones fermées d'essais, puis zones équipées de plus en plus étendues.
- En Chine comme aux États-Unis, les plus gros efforts regardent le développement technologique et le déploiement commercial des robotaxis. Ce choix tranche avec la préférence française pour les services de transport routier automatisé (STRA). La technologie des robotaxis devient mature. Des centaines de robotaxis tant en Chine qu'aux États-Unis seront en service commercial en 2024, mais aucun en France.

⁷⁷ Concernant la politique en France en matière de connexions V2I, on peut se reporter au [document de travail](#) publié par la DGITM du 25 janvier 2024, ainsi que, plus généralement, à [la stratégie et au cadre réglementaire](#) du *transport routier automatisé et connecté* publiés par le ministère chargé de la Transition écologique.

- La Chine a fait le choix fondamental d'associer étroitement les services publics (police, maintenance des voiries, etc.) avec les centres de supervision dans chaque territoire de déploiement (dûment équipé). Ainsi l'exploitation des services de transport autonome est-elle contrôlée, quotidiennement et dans son progrès technologique, à la fois par les autorités locales et les entreprises de transport. En Chine, les autorités locales ont le devoir de faciliter et de promouvoir la technologie, le développement et le déploiement des véhicules autonomes.
- Les coûts de la conduite autonome sont encore extrêmement élevés. L'équipement (capteurs, etc.) des robotaxis est souvent aussi cher que la voiture elle-même. Mais les coûts sont amenés à vite diminuer.
- Chinois et Américains sont plus ouverts aux technologies nouvelles, réputées toujours plus sûres.
- Le soutien des autorités nationales en France est constant depuis 2015, notamment celui du ministre chargé des Transports et de sa DGITM (Direction générale des infrastructures, des transports et des mobilités), celui de la Haute Responsable pour la stratégie française de développement des véhicules autonomes, celui du SGPI (Secrétariat général pour l'investissement) comme celui de la DGECC (Direction générale de l'énergie et du climat). Mais ce soutien concerne surtout les STRA.
- Déjà, des entreprises chinoises et américaines de la conduite autonome au niveau 4 souhaitent s'implanter en France et en Europe.

L'objectif de la France et de l'Europe devrait être de rattraper les États-Unis et la Chine, notamment dans l'exploitation des robotaxis et des droïdes de livraison sur route. La France peut rattraper son retard avant 2030. On présente pour conclure quatre recommandations pour y parvenir.

Recommandation n° 1 – Il conviendrait de favoriser la construction d'un écosystème complet pour porter la filière industrielle du véhicule autonome de niveau 4, en visant l'objectif de rattraper la Chine et les États-Unis d'ici 2030. L'écosystème comprend les équipementiers (systèmes d'aide avancée à la conduite, capteurs, puces électroniques, logiciels, etc.), les constructeurs automobiles, les startups de conduite autonome, les gestionnaires d'équipements numériques d'infrastructure, etc. Des soutiens publics sont nécessaires à la fois sur les infrastructures routières (réseau V2X, capteurs etc.) et la R & D.

Recommandation n° 2 – Il serait souhaitable de faire profiter la filière française du véhicule autonome au niveau 4 d'une part significative des ressources prévues dans la Stratégie nationale pour l'intelligence artificielle (deuxième phase). Il y est rappelé que « déjà déployés de manière pionnière dans de nombreux secteurs, les cas d'usage de l'IA embarquée ne vont [...] cesser de s'étendre, à commencer par les systèmes de transport connectés et autonomes (trains, voitures, navires, avions) ».

Recommandation n° 3 – Le cadre réglementaire pourrait être ajusté en visant un équilibre entre l'enjeu de sécurité routière et la constitution d'un environnement propice aux essais et aux déploiements du véhicule autonome.

Recommandation n° 4 – À condition bien sûr de protéger les savoir-faire critiques et la propriété industrielle des entreprises et des instituts nationaux, des coopérations industrielles, entre pays européens mais aussi avec la Chine ou les États-Unis, devraient être encouragées. La France et l'Europe pourront prendre exemple sur le Sweden-China Bridge, fondé en 2012, qui regarde la coopération sur la mobilité électrique entre des instituts universitaires et des centres de recherche en Suède et en Chine, ou sur le Sino-German intelligent connected vehicles and smart city cooperation Project lancé en 2021 par le China Academy of Information and Communications Technology (CAICT) et le Verband der Automobilindustrie (VDA), ou encore sur le Centre franco-chinois pour la neutralité carbone dont les chefs d'État français et chinois ont décidé la fondation en avril 2023.

Annexe 1

Personnes rencontrées au cours de la mission

- Le 4 mai 2023 : **Arnaud de La Fortelle**, cofondateur et CTO de Heex Technologies.
- Le 16 mai 2023 : **Bertrand-Olivier Ducreux**, ingénieur au Service Transports et Mobilité (STM) de la Direction Villes et Territoires durables (DVTD) de l'ADEME, et **Jean-Marc Gohier**, ingénieur expert de l'ADEME en Normandie.
- Le 22 mai 2023 : **Anne-Marie Idrac**, Haute Représentante pour le développement des véhicules autonomes.
- Le 22 mai 2023 : **Patrick Pélata**, président de Meta Strategy Consulting, ancien directeur général de Renault.
- Le 2 juin 2023 : **David Chang**, fondateur et CEO de Shenzhen Whale Dynamic Co., **Yu Xu**, fondatrice et CEO de Konvery Data Co. et **Hao Jingshan**, Strategic VP de Konvery Data Co.
- Le 7 juin 2023 : **William Liu**, vice-président Corporate Development, Autowise (fondée à Shanghai), et **Yu Qi**, représentant du groupe Zhongguancun Inno Way à Paris.
- Le 21 juin 2023 : **Guillaume Crunelle**, associé chez Deloitte, Automobile Industry Leader pour Deloitte France.
- Le 3 juillet 2023 : **Frédéric Tran Kiem**, CTIO du groupe RATP, et **Gilles Tausin**, directeur de l'innovation du groupe RATP.
- Le 18 juillet 2023 : **Alexandre Ossola**, Managing Director Mid Cap & Automotive funds – Mid & Large Cap, Bpifrance, **Vincent Roque**, Investment Director, Bpifrance, **Alessandro Gonella**, Directeur, Bpifrance.
- Le 25 juillet 2023 : **Luc Julia**, directeur scientifique du groupe Renault.
- Le 27 juillet 2023 : **Christophe Perge**, vice-président exécutif, UTAC, Fabrice Herveleu, expert sénior en sécurité active et coordonnateur du domaine de l'expertise, UTAC.
- Le 21 septembre 2023 : **Claude Arnaud**, président de l'institut Efficacy.
- Le 22 septembre 2023 : **Pierre-Louis Debar**, directeur de l'économie, des statistiques et du transport, Comité des constructeurs français de l'automobile (CCFA).
- Le 27 septembre 2023 : **Maria Ianculescu**, directrice des affaires internationales, Pieter Ameloot, directeur de la compétitivité, et Louise d'Harcourt, responsable des affaires publiques et parlementaires, Plateforme automobile (PFA).
- Le 28 septembre 2023 : **Orianne Chenain**, sous-directrice des matériels de transport, de la mécanique et de l'énergie, Direction générale des entreprises (DGE) au ministère de l'Économie, des finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, **Julia Roussoulières**, directrice de projets pour l'automobile, Direction générale des entreprises (DGE) au ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique.

- Le 5 octobre 2023 : **Stéphane Romei**, consultant, XCS Mobility.
- Le 12 octobre 2023 : **Emmanuel Clause**, ingénieur général des mines, Conseil général de l'économie, ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique.
- Le 19 octobre 2023 : **Yann Briand**, Mobility & Logistics leader, Institut de recherche technologique SystemX.
- Le 20 octobre 2023 : **Fengjun Zhuo**, chef de la section industrielle du Bureau de développement et de réforme du district de Pingshan (Shenzhen), **Xiaomeng Wang**, du Bureau de développement et de réforme du district de Pingshan (Shenzhen), **Jing Hu**, directrice du Centre d'innovation de l'industrie des systèmes de transport intelligents et connectés du futur de Shenzhen, **Guiquan Zhao**, directeur du Département des opérations d'application du Centre d'innovation de l'industrie des systèmes de transport intelligents et connectés du futur de Shenzhen, **Yongxin Zhang**, ingénieur au Centre d'innovation de l'industrie des systèmes de transport intelligents et connectés du futur de Shenzhen.
- Le 24 octobre 2023 : **Jean-Pierre Corniou**, président de « Enjeu, industrie et services » au pôle de compétitivité Systematic Paris-Region, partenaire de Sia Partners, ancien cadre dirigeant du groupe Renault.
- Le 16 novembre 2023 : **Mathieu Py**, consultant de la société Algoé, expert auprès de l'association Atec ITS France, directeur du mastère spécialisé Smart Mobility (ENPC et Telecom Paris).
- Le 27 novembre 2023 : **Clément Nouvel**, LiDAR CTO, **Antoine Claudepierre**, Head of LiDAR Business Development, **Benazouz Bradai**, Expert Master Véhicule autonome, Valeo.
- Le 12 décembre 2023 : **André Broto**, expert en transports et mobilité, ancien directeur de la stratégie et de la prospective de VINCI Autoroutes.
- Le 20 décembre 2023 : **Patrick Olivier**, directeur du pôle Transition écologique, industrielle et agricole, **Christine Balian**, conseillère pour les projets transverses au pôle Transition écologique, industrielle et agricole, **Luc Mathis**, chef de la mission de l'animation du réseau scientifique et technique, Secrétariat général pour l'investissement (SGPI) auprès de la Première ministre.
- Le 12 janvier 2024 : **Michel Leboeuf**, président honoraire du groupe « Grande vitesse » de l'Union internationale des chemins de fer (UIC).
- Le 25 janvier 2024 : **Guy Bourgeois**, conseiller scientifique de la Société des grands projets (SGP), consultant, ancien directeur de la stratégie, de la recherche et des partenariats de la RATP, ancien directeur général de l'INRETS.
- Le 1^{er} mars 2024 : **Moroine Laoufi**, directeur des projets de mobilité connectée et autonome, **Pierre Delaigue**, directeur, Mobilité électrique, autonome et connectée, Vinci Autoroutes.
- Le 6 mars 2024 : **Guillaume Travers**, chargé de mission pour la mobilité automatisée et connectée, Cerema.
- Le 11 avril 2024 : **Benjamin Beudet**, directeur général délégué, Pierre Chehwan, expert en mobilité automatisée, groupe Bertolami.

Annexe 2

Réglementation de la Californie

Texte intégral de la section 228.06, article 3.8 « Deployment of Autonomous Vehicles » du California Code of Regulations

Section 228.06 - Application for a Permit for Post-Testing Deployment of Autonomous Vehicles on Public Roads

(a) Except for testing as provided in Sections 227.30 and 227.38 of Article 3.7, an autonomous vehicle shall not be deployed on any public road in California until the manufacturer has submitted and the department has approved an Application for a Permit to Deploy Autonomous Vehicles on Public Streets, form OL 321 (Rev. 7/2020), which is hereby incorporated by reference.

(1) The manufacturer shall identify in the application the operational design domain in which the subject autonomous vehicles are designed to operate and certify that the vehicles are designed to be incapable of operating in the autonomous mode in areas outside of the disclosed operational design domain.

(2) The manufacturer shall identify any commonly-occurring or restricted conditions, including but not limited to : snow, fog, black ice, wet road surfaces, construction zones, and geo-fencing by location or road type, under which the vehicles are either designed to be incapable of operating or unable to operate reliably in the autonomous mode or state the mechanism for safely disengaging out of autonomous mode in the event of experiencing conditions outside of its operational design domain.

(3) The manufacturer shall describe how the vehicle is designed to react when it is outside of its operational design domain or encounters the commonly-occurring or restricted conditions disclosed on the application. Such reactions can include measures such as notifying and transitioning control to the driver, transitioning to a minimal risk condition, moving the vehicle a safe distance from the travel lanes, or activating systems that will allow the vehicle to continue operation until it has reached a location where it can come to a complete stop.

(4) The manufacturer shall submit the fee of three thousand two hundred and seventy-five dollars (\$3,275) for the processing of the application.

(5) The manufacturer must provide on the application the number of the Manufacturer's License issued by the department pursuant to Vehicle Code section 11701.

(6) The manufacturer shall certify in the application that the autonomous vehicles are equipped with an autonomous technology data recorder that captures and stores autonomous technology sensor data for all vehicle functions that are controlled by the autonomous technology at least 30 seconds before a collision with another vehicle, person, or other object while the vehicle is operating in autonomous mode. The data captured and stored by the autonomous technology data recorder, in a read only format, must be capable of being accessed and retrieved by a commercially available tool.

(7) **The manufacturer shall certify that the autonomous vehicles comply with all applicable Federal Motor Vehicle Safety Standards**, Title 49 Code of Federal Regulations, Part 571, and the California Vehicle Code, Division 12 (Equipment of Vehicles), or the manufacturer shall provide evidence of an exemption that has been approved by the National Highway Traffic Safety Administration.

(8) The manufacturer shall certify that the autonomous technology meets Federal Motor Vehicle Safety Standards, if any, for the vehicles' model year, and that the autonomous technology does not make inoperative any Federal Motor Vehicle Safety Standards, Title 49 Code of Federal Regulations, Part 571, and the California Vehicle Code, Division 12 (Equipment of Vehicles).

(9) **The manufacturer shall certify that the autonomous technology is designed to detect and respond to roadway situations in compliance with all provisions of the California Vehicle Code and local regulation applicable to the performance of the dynamic driving task in the vehicle's operational design domain**, except when necessary to enhance the safety of the vehicle's occupants and/or other road users.

(A) The manufacturer shall also certify that, when necessary, it will make available updates pertaining to the autonomous technology at least annually or by the effective date of any changes in the California Vehicle Code and local regulation applicable to the operation of motor vehicles to ensure that the autonomous vehicle is in compliance with any changes made to the California Vehicle Code and local regulation applicable to the performance of the dynamic driving task in the vehicle's operational design domain.

(B) The manufacturer shall also certify that it will make available updates pertaining to location and mapping information utilized or referenced by the autonomous technology for the safe operation of the vehicle in the operational design domain on a continual basis consistent with changes to the physical environment captured by the maps sensors, or other information.

(C) The manufacturer shall notify the registered owner of the autonomous vehicle of the availability of the updates pursuant to (A) and (B) above and provide instructions on how to access the updates.

(10) A certification that the autonomous vehicles meet appropriate and applicable current industry standards to help defend against, detect, and respond to cyber-attacks, unauthorized intrusions, or false vehicle control commands.

(11) **A certification that the manufacturer has conducted test and validation methods and is satisfied, based on the results of the tests and validations, that the vehicles are safe for deployment on public roads in California.**

(b) In addition to the requirements specified in subsection (a), for vehicles that do not require a driver, the manufacturer shall also certify that the vehicle complies with all of the following :

(1) A communication link between the vehicle and the remote operator, if any, to provide information on the vehicle's location and status and allow two-way communication between the remote operator and any passengers, if applicable, should the vehicle experience any failures that would endanger the safety of the vehicle's passengers or other road users while operating without a driver.

(2) The ability to display or transfer vehicle owner or operator information as specified in Vehicle Code section 16025 in the event that the vehicle is involved in a crash, collision, or

accident or if there is a need to provide that information to a law enforcement officer for any reason.

(3) Any vehicle that is not equipped with manual controls for completing the dynamic driving task, such as a steering wheel, brake pedal, and accelerator pedal, complies with all applicable Federal Motor Vehicle Safety Standards, or the manufacturer provides evidence of an exemption that has been approved by the National Highway Traffic Safety Administration.

(c) The manufacturer shall submit with the application all of the following :

(1) For vehicles to be sold or leased to persons other than the manufacturer, a consumer or end user education plan, which covers the operational design domain of the vehicle, which also includes the following :

(A) The identification of any and all restrictions of the autonomous technology in the autonomous vehicles and an explanation of the educational materials that will be provided to end users of the autonomous vehicles produced by the manufacturer.

(B) A copy of the sections of the vehicle owner's manual, or an equivalent vehicle operator instruction guide or pamphlet that provides information on the following :

(i) The mechanism to engage and disengage the autonomous technology showing that the mechanism is easily accessible to the vehicle operator.

(ii) The visual indicator inside the vehicle's cabin to indicate when the autonomous technology is engaged.

(iii) The operator and manufacturer's responsibilities with respect to the operation of the autonomous vehicles.

(C) An explanation how end users will receive education after purchasing a previously-owned vehicle.

(D) The internet web site address where copies of the end user education plan may be accessed shall be provided at no cost to law enforcement and emergency response agencies in the vicinity of the operational design domain of the vehicles and shall be provided to the California Highway Patrol at the E-mail address provided in section 227.38(e)(3) of Article 3.7.

(2) A description of how a vehicle that meets the Society of Automotive Engineers' definition of a level 4 or level 5 vehicle, or for vehicles that meet the Society of Automotive Engineers' definition of a level 3 vehicle and the driver does not or is unable to take manual control of the vehicle, will safely come to a complete stop when there is an autonomous technology failure that would endanger the safety of the vehicle's occupants or other road users, including but not limited to, all of the following :

(A) To the extent practicable, moving the vehicle a safe distance from the travel lanes.

(B) Activation of systems that will allow the vehicle to continue operation until the vehicle has reached a location where it can come to a complete stop.

(3) A copy of a law enforcement interaction plan that meets all of the requirements specified in Section 227.38(e) of Article 3.7.

(4) A copy of the written disclosure required by Section 228.24.

(5) A certification that the subject autonomous vehicle satisfies each requirement of Vehicle Code section 38750, subsection (c)(1).

(6) A certification that the manufacturer has complied with its responsibility to register with the National Highway Traffic Safety Administration and that it is aware of its responsibilities to comply with federal motor vehicle safety requirements.

(7) A summary of the manufacturer's autonomous technology testing in the operational design domain in which the subject autonomous vehicles are designed to operate. The summary shall describe all locations where the vehicle has been tested and shall include :

(A) The total number of vehicle test miles driven on public roads, on test tracks, or other private roads in autonomous mode.

(B) A description of the testing methods used to validate the performance of the subject autonomous vehicles.

(C) The number of collisions originating from the operation of the autonomous test vehicles in autonomous mode on public roads that resulted in damage of property to any one person in excess of one thousand dollars (\$1,000), or bodily injury or death, and a full description of the cause of each collision and measures taken to remediate the cause of each collision where applicable.

(d) Manufacturers that have publicly disclosed an assessment demonstrating their approaches to achieving safety shall provide the department with a copy of that assessment.

(e) The requirements identified in subsections (b), (c), and (d) of this section shall be submitted as follows :

- (1) Documents shall be submitted on business letterhead and clearly identify the party completing the plan or report.
- (2) Each plan or report shall contain at least a two-page summary including the contents and conclusion of the plan or report. Charts, graphs or other visual or audio materials may be included as attachments to the summary.
- (3) Each page shall be sequentially numbered, and contain the name of the party completing the plan or report, and shall name or identify the subject autonomous vehicles covered by the technology in the plan or report.
- (4) Each plan or report shall be signed and dated under penalty of perjury, by the party completing the plan or report, certifying the correctness of its contents.

Annexe 3

Réglementation de Shenzhen

Texte complet, traduit du chinois, du règlement du 23 juin 2022 applicable à Shenzhen – dans la « zone économique spéciale de Shenzhen » – pour les essais, démonstrations et déploiements des véhicules intelligents et connectés (véhicules autonomes des niveaux 3, 4 ou 5)

Comité permanent du septième Congrès populaire de Shenzhen – Annonce n° 55

Le « Règlement sur la gestion des véhicules intelligents et connectés dans la zone économique spéciale de Shenzhen » a été adopté lors de la 10^e réunion du Comité permanent de la septième Assemblée populaire de Shenzhen le 23 juin 2022, est promulgué par la présente et entrera en vigueur le 1^{er} août 2022.

Comité permanent de l'Assemblée populaire municipale de Shenzhen, le 30 juin 2022

Règlement sur la gestion des véhicules intelligents et connectés dans la zone économique spéciale de Shenzhen

(Septième Congrès populaire de Shenzhen, le 23 juin 2022. Adopté par la 10^e séance du Comité permanent)

Table des matières

Chapitre 1 – Dispositions générales

Chapitre 2 – Essais routiers et démonstrations

Chapitre 3 – Admission et inscription

Chapitre 4 – Gestion de l'utilisation

Chapitre 5 – Infrastructure de collaboration véhicule-route

Chapitre 6 – Cybersécurité et protection des données

Chapitre 7 – Infractions au code de la route et gestion des accidents

Chapitre 8 – Responsabilité juridique

Chapitre 9 – Dispositions complémentaires

Chapitre 1 – Dispositions générales

Article 1^{er}

Afin de réglementer l'application des véhicules intelligents et connectés, de protéger la sécurité des personnes, de protéger la sécurité des biens et d'autres droits et intérêts légitimes des citoyens, des personnes morales et d'autres organisations, d'assurer la sécurité routière et de promouvoir un développement durable et de haute qualité de l'industrie des véhicules intelligents et connectés, conformément à la loi, aux principes de base des réglementations

administratives et en combinaison avec la situation réelle de la zone économique spéciale de Shenzhen, les présentes dispositions sont arrêtées.

Article 2

Le présent règlement s'applique aux essais routiers et aux applications de démonstration, à l'accès et à l'enregistrement, à la gestion de l'utilisation et à d'autres activités connexes des véhicules intelligents et connectés dans la zone économique spéciale de Shenzhen.

Article 3

L'expression « véhicules intelligents et connectés », telle que mentionnée dans le présent règlement, fait référence aux véhicules capables de rouler en toute sécurité sur route avec le système de conduite automatique remplaçant l'opération humaine, selon trois types : la conduite automatique conditionnelle, la conduite hautement automatique et la conduite entièrement automatique.

La conduite automatique conditionnelle signifie que le système de conduite automatique peut effectuer des tâches de conduite dynamique dans des conditions de fonctionnement prédéfinies. Lorsque le système de conduite automatique demande de prendre en charge la tâche de conduite dynamique, le conducteur doit répondre à la demande et prendre immédiatement le contrôle du véhicule.

La conduite hautement automatisée signifie que le système de conduite automatisée peut effectuer toutes les tâches de conduite dynamique dans des conditions de fonctionnement prédéfinies. Lorsque le système de conduite automatisée demande à prendre en charge une tâche de conduite dynamique dans un environnement spécifique, le conducteur doit répondre à la demande et prendre immédiatement le contrôle du véhicule.

La conduite entièrement autonome signifie que le système de conduite autonome peut effectuer toutes les tâches de conduite dynamique dans des environnements routiers que le conducteur peut effectuer sans action manuelle.

L'expression « infrastructure collaborative véhicule-route », telle que mentionnée dans le présent règlement, fait référence à l'infrastructure pertinente qui réalise un contrôle collaboratif entre les véhicules et l'infrastructure routière, et entre les véhicules, grâce à l'échange et au partage d'informations sans fil entre les véhicules et les routes.

Article 4

La gestion des véhicules intelligents et connectés doit suivre les principes d'ordre légal, de surveillance stricte, de sécurité et de contrôlabilité, et prendre les mesures appropriées pour les véhicules intelligents et connectés à différents stades de développement, en conjonction avec les tendances de développement technologique, les normes et spécifications, les infrastructures et autres facteurs pertinents.

Article 5

Les véhicules intelligents et connectés peuvent être vendus après avoir été répertoriés dans le catalogue national de produits automobiles ou dans le catalogue de produits automobiles intelligents et connectés de Shenzhen, et après avoir obtenu l'accès approprié. Ils peuvent être conduits sur route après avoir été enregistrés au Département de gestion du trafic de l'organisme de sécurité publique. Ils doivent avoir été enregistrés par le Département des transports pour être autorisés à exercer des activités commerciales de transport routier.

Article 6

Le gouvernement populaire municipal établit des politiques de développement pour l'industrie automobile intelligente et connectée, optimise l'environnement de développement des automobiles intelligentes et connectées, et promeut le développement sain, ordonné et de haute qualité de l'industrie automobile intelligente et connectée.

Article 7

Le gouvernement populaire municipal coordonne la construction d'une plate-forme gouvernementale de supervision des véhicules intelligents et connectés afin de réaliser une supervision intégrée des véhicules, des routes et des *clouds*, et d'assurer la sécurité du trafic, la sécurité des réseaux et la sécurité des données.

Article 8

Le Département municipal des transports, en collaboration avec le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information et le Département municipal de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique, assure la supervision et la gestion des essais routiers et des démonstrations des véhicules intelligents et connectés. Il est responsable de la gestion du transport routier de véhicules intelligents et connectés.

Le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information est chargé de formuler des normes locales pour les automobiles intelligents et connectés. Il est responsable de la gestion de l'accès aux produits automobiles intelligents et connectés.

Le Département municipal de surveillance du marché est chargé d'approuver et de publier les normes locales pour les véhicules intelligents et connectés. Il est responsable de la supervision et de la gestion de la certification, des essais et du rappel des produits défectueux des véhicules intelligents et connectés.

Le Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique est responsable de l'immatriculation des véhicules intelligents et connectés et de la gestion de la sécurité routière.

Le Département municipal de cybersécurité et d'informatisation est chargé de coordonner la supervision et la gestion de la sécurité des réseaux et de la sécurité des données des réseaux des véhicules intelligents et connectés.

D'autres départements assurent la supervision et la gestion des véhicules intelligents et connectés dans le cadre de leurs responsabilités respectives.

Article 9

Le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information peut organiser la mise en place d'une plateforme commune de recherche et de développement technologique pour les véhicules intelligents et connectés afin de fournir des technologies liées aux capteurs, aux contrôleurs, aux actionneurs, au *Big Data*, au *Cloud Computing*, aux réseaux de communication, à l'intelligence artificielle, etc. pour les véhicules intelligents et connectés. Il apporte un soutien aux R & D et à l'élaboration des normes.

Les entreprises liées aux véhicules intelligents et connectés sont encouragées à réaliser des innovations technologiques, et à participer à des activités d'échange de technologies.

Article 10

Les compagnies d'assurance sont encouragées à développer des produits d'assurance qui couvrent l'ensemble de la chaîne des risques de conception, de fabrication, d'utilisation, d'exploitation, de services de données et d'algorithmes, ainsi que d'autres produits automobiles intelligents et connectés.

Les véhicules intelligents et connectés qui effectuent des essais routiers ou des démonstrations, ou circulent sur route doivent être assurés avec une assurance commerciale conformément à la réglementation en vigueur.

Chapitre 2 – Essais routiers et démonstrations

Article 11

L'expression « essais sur route », telle que mentionnée dans le présent règlement, fait référence aux activités d'essais des fonctions de conduite autonome des véhicules intelligents et connectés sur des tronçons routiers désignés.

L'expression « sujet d'examen routier », telle que mentionnée dans le présent règlement, fait référence à l'unité qui demande l'examen routier, organise l'examen routier et assume les responsabilités correspondantes.

Article 12

L'expression « application de démonstration », telle que mentionnée dans le présent règlement, fait référence à la démonstration de véhicules intelligents et connectés en réseau, transportant des personnes et des objets sur des tronçons routiers désignés.

L'expression « sujet d'application de démonstration », telle que mentionnée dans le présent règlement, fait référence à une unité ou à un consortium d'unités qui soumet une demande d'application de démonstration, organise une application de démonstration et assume les responsabilités correspondantes.

Article 13

Le Département municipal des transports établit un mécanisme de travail, conjointement avec le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information et le Département de gestion du trafic du Bureau municipal de la sécurité publique, pour formuler des méthodes spécifiques pour les essais routiers et les applications de démonstration à Shenzhen conformément au présent règlement et aux réglementations nationales pertinentes, et en organiser la mise en œuvre.

Article 14

Est mis en place un système de gestion des applications d'essais routiers et de démonstration.

Les entités chargées des essais routiers et des demandes de démonstration doivent s'adresser aux autorités municipales compétentes conformément à la réglementation, obtenir la confirmation des autorités municipales compétentes et recevoir une plaque d'immatriculation temporaire pour les véhicules à moteur expérimentaux délivrée par le Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique, avant de pouvoir effectuer à Shenzhen des essais ou des démonstrations.

Si un sujet d'essai routier demande à exercer les mêmes activités à Shenzhen avec des véhicules intelligents et connectés qui ont été ou sont soumis à des essais routiers dans

d'autres provinces et villes, il peut présenter les documents de candidature originaux, les documents pertinents pour les essais routiers hors site et l'auto-certification de sécurité en vue d'essais routiers à Shenzhen. Après confirmation par les autorités municipales compétentes, la plaque d'immatriculation temporaire du véhicule à moteur pour les essais sera accordée.

Article 15

Pendant la procédure de demande de démonstration, l'auteur d'une demande de démonstration doit informer à l'avance par écrit le propriétaire, le gestionnaire et le personnel transportant la cargaison des risques, et prendre les mesures de sécurité nécessaires.

Les applications d'essais routiers et de démonstration ne doivent pas interférer avec les activités normales de la circulation routière, s'engager illégalement dans des opérations de transport routier ou transporter des marchandises dangereuses.

Article 16

Les autorités municipales compétentes sélectionnent les tronçons routiers, les zones et les périodes appropriées pour les fonctions de conduite autonome et de connectivité au réseau des véhicules intelligents et connectés au réseau, afin d'effectuer des essais routiers et des applications de démonstration.

Les autorités municipales compétentes doivent annoncer au public les tronçons de route, les zones et les périodes réservées aux essais routiers et aux applications de démonstration, installer les panneaux correspondants et publier les précautions de sécurité et autres informations.

Article 17

Le gouvernement populaire municipal peut choisir des routes ouvertes dans les régions administratives dotées d'une infrastructure de collaboration véhicule-route relativement complète pour faire des essais et démontrer des applications, et explorer le lancement d'opérations pilotes commerciales.

Les méthodes spécifiques pour effectuer des essais routiers et des applications de démonstration dans les zones administratives ouvertes sont formulées séparément par le gouvernement populaire de la zone où elles se trouvent, et sont annoncées et mises en œuvre après approbation par le gouvernement populaire municipal.

Article 18

Les entreprises qualifiées liées aux véhicules intelligents et connectés sont encouragées à construire des plates-formes de simulations de route et de trafic pour effectuer des essais de simulation, et rechercher une vérification technique du système de conduite automatique des véhicules intelligents et connectés.

Article 19

Les infractions au code de la route ou les accidents de la route impliquant des véhicules intelligents et connectés lors d'essais routiers et d'applications de démonstration, ainsi que d'autres questions et situations non expressément prévues dans le présent chapitre, sont traités conformément aux réglementations des autorités nationales compétentes en matière d'essais routiers et applications de démonstration.

Chapitre 3 – Admission et inscription

Article 20

Est mis en œuvre un système de gestion des accès aux produits automobiles intelligents et connectés.

Le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information doit, sur la base de la demande des fabricants de produits pour véhicules intelligents et connectés, inclure des produits pour véhicules connectés intelligents qui répondent aux normes locales de Shenzhen dans le catalogue de produits pour véhicules intelligents et connectés de la municipalité de Shenzhen. Il en fait l'annonce au public.

Les produits automobiles connectés intelligents qui ne sont pas inclus dans le catalogue national de produits automobiles, ou dans le catalogue de produits automobiles connectés intelligents de Shenzhen, ne doivent pas être vendus ni enregistrés à Shenzhen.

Article 21

Le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information organise l'établissement de normes locales pour les véhicules intelligents et connectés sur la base de la maturité technologique et des besoins de développement industriel, qui sont approuvées et promulguées par le Département municipal de surveillance du marché conformément à la loi.

Article 22

Les normes locales pour les produits de véhicules intelligents et connectés doivent être conformes à l'orientation de développement de la technologie des véhicules intelligents et connectés, ne doivent pas exclure les technologies avec des voies de développement différentes, et doivent être mises à jour en temps opportun en fonction de l'évolution technologique.

Article 23

Les associations industrielles liées aux automobiles intelligentes et connectées sont encouragées à se référer aux normes internationales avancées, à organiser les entreprises et les institutions dans le domaine des automobiles intelligentes et connectées et des industries connexes, à formuler des normes de groupe de produits automobiles intelligentes et connectées de pointe et innovantes, et à les soumettre aux autorités industrielles et commerciales de la ville. Le Département d'information doit classer le dossier et l'annoncer au public via les plateformes d'information pertinentes.

Article 24

Si un fabricant d'automobiles intelligentes et connectées demande à inclure un produit dans le catalogue de produits automobiles intelligents et connectés de Shenzhen, les documents pertinents doivent être soumis au Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information pour examen et évaluation. Après avoir passé l'examen et l'évaluation, le produit est soumis à une agence d'inspection et d'essai reconnue par l'industrie municipale et le Département des technologies de l'information pour inspection et essai. Après avoir obtenu le rapport d'inspection du produit et de qualification des essais, le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information inclut les produits qui répondent aux normes locales de Shenzhen dans le catalogue de produits des véhicules intelligents et connectés de Shenzhen.

Article 25

Le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information peut fixer des restrictions au champ d'utilisation, aux scénarios d'application et d'autres mesures restrictives pour les produits automobiles intelligents et connectés en réseau.

Article 26

Les automobiles intelligentes et connectées vendus à Shenzhen doivent avoir la capacité de connecter les équipements du véhicule à la plate-forme de supervision gouvernementale, et de télécharger des données opérationnelles liées à la sécurité conformément aux exigences réglementaires. Lors de la vente des automobiles intelligentes et connectées, l'équipement des véhicules doit être connecté à la plate-forme de supervision gouvernementale, et les données liées à la sécurité opérationnelle doivent être téléchargées conformément aux exigences réglementaires.

Article 27

Est mis en place un système d'immatriculation des véhicules intelligents connectés.

Les véhicules intelligents et connectés répertoriés dans le catalogue national de produits automobiles ou dans le catalogue de produits automobiles intelligents et connectés de Shenzhen ne peuvent être conduits sur route qu'après avoir été enregistrés auprès du Département de gestion du trafic du Service de la sécurité publique.

Article 28

Pour demander l'immatriculation d'un véhicule intelligent et connecté, outre la présentation des documents et pièces justificatives requis pour la demande d'immatriculation d'un véhicule à moteur, les conditions suivantes doivent être satisfaites :

- (1) Les données relatives à la sécurité de fonctionnement des équipements embarqués dans les véhicules ont été connectées à la plateforme de supervision gouvernementale conformément à la réglementation.
- (2) Il faut avoir souscrit une assurance responsabilité civile automobile obligatoire, et une assurance responsabilité civile automobile.
- (3) Les véhicules connectés intelligents dotés de fonctions de transport de passagers doivent aussi être assurés par une assurance responsabilité civile pour les occupants du véhicule.

Les procédures spécifiques d'immatriculation des véhicules intelligents et connectés sont formulées séparément par le Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique.

Article 29

Lors du traitement de l'immatriculation des véhicules, de la délivrance des certificats d'inspection, du traitement des infractions à la sécurité routière ou des accidents de la route et d'autres services de gestion du trafic, les propriétaires et les gestionnaires de véhicules intelligents et connectés doivent fournir des renseignements exacts et efficaces au Département de gestion du trafic du Service de la sécurité publique : numéro de téléphone portable et autres informations. Si les informations fournies changent, le Département de gestion du trafic du Service de la sécurité publique en est informé dans les dix jours à compter de la date du changement.

Article 30

Les producteurs et les vendeurs de produits automobiles intelligents et connectés sont responsables de la qualité et de la sécurité des produits qu'ils fabriquent et vendent. Ils établissent et améliorent les mécanismes de traçabilité de la qualité et de la sécurité des produits.

Article 31

Les fabricants de produits automobiles intelligents et connectés doivent présenter en détail comment corriger les défauts généraux dans le manuel d'instructions du véhicule.

Les producteurs et vendeurs de produits automobiles intelligents et connectés doivent établir et améliorer les mécanismes de service après-vente des produits. Lorsqu'une panne majeure ou une situation d'urgence mettant en danger la sécurité des personnes ou des biens survient, ou est susceptible de se produire dans le véhicule, le propriétaire, le gestionnaire, le conducteur ou le voyageur doit fournir, si nécessaire, une assistance technique ou un secours complet et en temps opportun pour assurer sa sécurité personnelle et celle de ses biens.

Article 32

Si pour les produits inclus dans le catalogue de produits de véhicules intelligents et connectés de Shenzhen sont mis à jour et améliorés les systèmes de conduite autonome et d'autres installations et équipements liés à la sécurité des véhicules, le fabricant du produit de véhicule intelligent et connecté doit en assurer l'inscription au Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information.

Article 33

Si le fabricant de produits automobiles intelligents et connectés apprend que le produit qu'il fabrique peut présenter des défauts mettant en danger la sécurité des personnes ou des biens, il doit immédiatement procéder à une enquête et une analyse, et rapporter fidèlement les résultats de l'enquête et de l'analyse au Département municipal de surveillance du marché.

Si les opérateurs de produits automobiles intelligents et connectés découvrent que les produits qu'ils utilisent présentent des défauts qui mettent en danger la sécurité des personnes ou des biens, ils doivent immédiatement cesser de vendre, de louer et d'utiliser les produits défectueux, et aider les fabricants à mettre en œuvre des rappels.

Chapitre 4 – Gestion de l'utilisation

Article 34

Les véhicules intelligents et connectés capables d'une conduite autonome conditionnelle et d'une conduite hautement autonome doivent disposer d'un mode de conduite manuel et des dispositifs correspondants, et avoir un conducteur à bord.

Un véhicule intelligent et connecté entièrement autonome peut ne pas disposer de mode de conduite manuel ni de dispositifs correspondants, ni être équipée de conducteur. Cependant, les véhicules intelligents et connectés entièrement autonomes et sans conducteur ne peuvent circuler que dans les zones et les tronçons routiers désignés par le Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique.

Article 35

Les conducteurs de véhicules intelligents et connectés doivent maîtriser et standardiser l'utilisation des fonctions de conduite autonome, conformément au code de la route et aux manuels d'utilisation des véhicules.

Lorsqu'un véhicule intelligent et connecté avec conduite autonome conditionnelle et conduite hautement autonome roule en mode de conduite autonome, le conducteur doit être aux commandes du véhicule, surveiller l'état de fonctionnement du véhicule et l'environnement environnant, et être prêt à prendre le contrôle du véhicule à tout moment. Si le véhicule intelligent et connecté émet une demande de prise de contrôle, ou lorsqu'il se trouve dans un état non adapté à la conduite autonome, le conducteur doit immédiatement prendre le contrôle du véhicule.

Les véhicules intelligents et connectés entièrement autonomes et sans conducteur doivent avoir la capacité d'allumer leurs feux de détresse, de se rendre en un lieu qui ne gêne pas la circulation, de se garer dans un endroit qui ne gêne pas la circulation, de réduire leur vitesse ou d'être contrôlés à distance lorsque un dysfonctionnement se produit, lorsqu'ils ne sont plus adaptés à la conduite autonome ou lorsque se présentent d'autres conditions qui affectent la sécurité routière, d'être repris en main pour toute autre fonction qui réduise efficacement les risques opérationnels.

Article 36

Les fabricants de véhicules intelligents et connectés doivent équiper leurs véhicules de voyants externes pour le mode de conduite autonome. Lorsqu'un véhicule intelligent et connecté roule en mode de conduite autonome, le voyant externe doit être allumé pour donner un signal clair et un conseil de sécurité aux autres véhicules et piétons sur la route.

Les véhicules intelligents et connectés qui sont utilisés pour les opérations de transport routier doivent afficher des messages de sécurité avec des marques de carrosserie bien visibles. S'ils sont utilisés pour le transport de passagers en bus, des messages vocaux doivent être diffusés à l'intérieur du véhicule.

Article 37

L'équipement embarqué des véhicules intelligents et connectés doit enregistrer et stocker la localisation, l'état de fonctionnement, le mode de conduite et la vidéo de surveillance à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule pendant au moins quatre-vingt-dix secondes avant tout accident ou toute panne du véhicule, et maintenir la continuité et l'intégrité des données.

La durée de conservation des données précisées à l'alinéa précédent ne peut être inférieure à trente jours.

Article 38

Les propriétaires et gestionnaires de véhicules intelligents et connectés effectuent un entretien régulier des systèmes de conduite autonome, et des autres installations et équipements liés à la sécurité des véhicules intelligents et connectés.

Les propriétaires et les gestionnaires de véhicules intelligents et connectés doivent, conformément aux exigences pertinentes du Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique, effectuer des inspections techniques de sécurité régulières

des véhicules intelligents et connectés, en fonction de différentes circonstances telles que le modèle du véhicule ou sa durée de fonctionnement.

Article 39

Si un véhicule intelligent et connecté est utilisé pour exercer des activités commerciales de transport routier, l'opérateur doit obtenir une licence d'exploitation de transport routier, et le véhicule doit obtenir un certificat de transport routier. Le Département municipal des transports fixe les conditions d'accès et les spécifications complémentaires pour le transport routier intelligent par véhicule connecté, et organise leur mise en œuvre.

Chapitre 5 – Infrastructure de collaboration véhicule-route

Article 40

Les gouvernements populaires des municipalités et des districts peuvent, en fonction des besoins de circulation des véhicules intelligents et connectés, dresser des plans généraux et soutenir la construction d'infrastructures collaboratives véhicule-route telles que des installations de communication, des installations de détection et des installations informatiques communes aux véhicules connectés intelligents.

Pour réaliser des essais routiers et des applications de démonstration, les entreprises liées aux véhicules intelligents et connectés peuvent s'adresser aux départements chargés des transports municipaux, de la gestion du trafic des agences de sécurité publique, de la gestion urbaine et de l'application de la loi, ainsi qu'à d'autres départements, pour construire une infrastructure collaborative véhicule-route sur le réseau public qu'ils gère. Les autorités compétentes doivent être soutenues à cette fin.

Article 41

Le Département municipal des transports et le Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique peuvent installer des feux de circulation spécifiques sur les tronçons routiers où passent les véhicules intelligents et connectés au réseau. Les véhicules intelligents et connectés au réseau circulant sur la route doivent suivre les instructions des feux de circulation.

Article 42

Est encouragée l'ouverture des données, des réseaux de communication et d'autres ressources de l'infrastructure partagée de collaboration véhicule-route, à l'exception des données impliquant la sécurité nationale, la sécurité publique et les données personnelles.

Article 43

Les installations et équipements impliquant les technologies de communication dans les infrastructures collaboratives véhicule-route doivent obtenir une certification d'accès au réseau de la part du Département national de l'industrie et des technologies de l'information conformément à la réglementation. Les installations et équipements impliquant la sécurité des personnes et des biens doivent obtenir un rapport de certification de fiabilité conformément aux réglementations, normes ou exigences nationales.

Chapitre 6 – Cybersécurité et protection des données

Article 44

Le Département municipal de cybersécurité et d'informatisation coordonne la surveillance et la gestion des risques de cybersécurité liés aux produits et services de véhicules intelligents et connectés et à leurs chaînes de circulation dans la ville. Les départements municipaux des transports, de la sécurité publique, de l'industrie et des technologies de l'information assurent la supervision et la gestion pertinentes, selon leurs responsabilités respectives.

Article 45

Le Département communal de cybersécurité et d'informatisation coordonne l'élaboration des plans d'urgence en cas d'incidents de sécurité des réseaux impliquant des véhicules intelligents et connectés. Les départements municipaux des transports, de la sécurité publique, de l'industrie et des technologies de l'information sont responsables, conformément à leurs responsabilités respectives, de l'établissement des plans d'urgence pour les incidents de sécurité des réseaux impliquant des véhicules intelligents et connectés, du classement des incidents de sécurité des réseaux de véhicules intelligents et connectés, de la détermination des responsabilités en cas d'incident, de la préparation des mécanismes de prévention et d'alerte précoce, des procédures d'élimination, des mesures de sauvegarde d'urgence, etc., et de l'organisation des exercices d'urgence.

Article 46

Les entreprises liées aux véhicules intelligents et connectés doivent réaliser des essais de sécurité et obtenir la certification des équipements de réseau clés et des produits spécifiques à la sécurité du réseau conformément à la loi, formuler des plans d'urgence pour les incidents de sécurité du réseau des véhicules connectés intelligents conformément à la loi, et établir un mécanisme d'évaluation et de gestion de la sécurité du réseau pour garantir l'intégrité, la sécurité, la confidentialité et la disponibilité des données du réseau afin d'éviter les fuites, le vol et la falsification des données du réseau.

Article 47

Les entreprises liées aux véhicules intelligents et connectés doivent, conformément aux réglementations nationales, disposer des systèmes de gestion de la sécurité des données et des plans de protection de la vie privée, prendre les mesures utiles pour prévenir les fuites, les pertes et les dommages de données, et localiser les serveurs qui stockent les données sur le territoire de la République populaire de Chine. Les données et informations pertinentes ne peuvent être transmises ou transférées à l'étranger sans approbation.

Lorsqu'une fuite de données, un dommage ou une perte impliquant la sécurité nationale ou les informations personnelles des utilisateurs se produit, ou est susceptible de se produire, les entreprises liées aux véhicules intelligents et connectés doivent immédiatement prendre des mesures correctives, informer rapidement les utilisateurs conformément à la réglementation, et en faire rapport aux services concernés.

Article 48

Il est interdit d'utiliser des véhicules intelligents et connectés pour exercer les activités suivantes :

(1) collecte, traitement et utilisation illégaux d'informations personnelles,

(2) recueil d'informations sans rapport avec la conduite du véhicule et la sécurité routière,

(3) collecte illégale d'informations impliquant la sécurité nationale.

Article 49

Les entreprises ou organisations associées à la recherche et au développement, à la production et à l'exploitation de véhicules intelligents et connectés peuvent, avec l'accord du Département de gestion du trafic du Service de la sécurité publique, obtenir des données anonymisées sur les infractions au code de la route, les accidents de la route, etc. concernant leurs véhicules intelligents et connectés.

Chapitre 7 – Infractions au code de la route et gestion des accidents

Article 50

Si un véhicule intelligent et connecté légalement immatriculé est confronté à des violations de la sécurité routière ou à des accidents de la route, les dispositions du présent chapitre s'appliquent.

Article 51

Si un véhicule intelligent et connecté avec conducteur est confronté à des violations de la sécurité routière, le Département de gestion du trafic du Service de la sécurité publique traite le conducteur conformément à la loi.

Si un véhicule connecté entièrement autonome et intelligent enfreint les lois sur la sécurité routière en l'absence de conducteur, le propriétaire et le gestionnaire du véhicule seront traités par le Département de gestion du trafic du Service de la sécurité publique conformément à la loi.

Les infractions au code de la route sont traitées conformément aux dispositions du paragraphe 2 du présent article. Les dispositions pertinentes sur les points du conducteur ne sont pas appliquées à la sanction des contrevenants.

Article 52

Si un accident de la route se produit dans un véhicule intelligent et connecté avec un conducteur, celui-ci doit s'arrêter immédiatement et protéger les lieux. En cas de blessures corporelles ou de décès, le conducteur doit immédiatement secourir la personne blessée, et appeler rapidement la police.

Si un accident de la route se produit dans un véhicule intelligent et connecté entièrement autonome et sans conducteur, la personne impliquée doit appeler la police immédiatement. Le propriétaire et le gestionnaire du véhicule doivent enregistrer les informations sur les circonstances de l'accident.

Article 53

Si un accident de la circulation impliquant un conducteur d'un véhicule intelligent et connecté provoque des dommages qui sont de la responsabilité du véhicule connecté et intelligent, le conducteur assume la responsabilité de l'indemnisation.

Si un véhicule intelligent et connecté entièrement autonome provoque un accident de la circulation alors qu'il n'y a pas de conducteur et que les dommages sont causés par la

responsabilité du véhicule intelligent et connecté, le propriétaire et le gestionnaire du véhicule assument la responsabilité de l'indemnisation.

Article 54

Si un accident de la circulation survient avec un véhicule intelligent et connecté, et si des dommages sont causés en raison de défauts du véhicule intelligent et connecté, le conducteur, le propriétaire ou le gestionnaire du véhicule peut, après avoir effectué une indemnisation conformément aux dispositions de l'article 53 du présent règlement, réclamer le dommage au fabricant conformément à la loi.

Article 55

Les informations objectives sur l'état de fonctionnement du véhicule et l'environnement enregistrées par les équipements embarqués, les équipements routiers, les plates-formes de surveillance, etc. des véhicules connectés intelligents peuvent être utilisées comme base importante pour déterminer la responsabilité en cas d'accident de la circulation impliquant des véhicules intelligents et connectés.

Chapitre 8 – Responsabilité juridique

Article 56

Si quelqu'un enfreint les dispositions de l'article 14 du présent règlement et effectue des essais routiers ou des applications de démonstration sans autorisation, le Département de gestion du trafic du Service municipal de la sécurité publique saisit les véhicules intelligents et connectés au réseau utilisés pour les essais routiers ou les applications de démonstration. Il impose des restrictions sur les essais routiers ou les applications de démonstration. L'entité demandeuse est condamnée à une amende d'au moins 100 000 RMB, mais d'au plus 500 000 RMB.

Article 57

Si quelqu'un enfreint les dispositions du paragraphe 3 de l'article 20 du présent règlement et vend des produits qui ne sont pas inclus dans le catalogue national de produits automobiles, ou dans le catalogue de produits automobiles intelligents et connectés de Shenzhen, le Département municipal de surveillance du marché confisque les produits automobiles intelligents et connectés illégalement vendus.

Article 58

Si un fabricant de produits automobiles intelligents et connectés dissimule des informations pertinentes, ou fournit de faux documents pour demander l'accès à des produits automobiles intelligents et connectés, le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information lui donne un avertissement. Le fabricant n'est plus autorisé à présenter une demande d'accès dans un délai d'un an à compter de la date d'entrée en vigueur de la décision de sanction.

Article 59

Si un fabricant de produits automobiles intelligents et connectés obtient l'accès à des produits automobiles intelligents connectés par des moyens inappropriés tels que la tromperie ou la corruption, le Département municipal de l'industrie et des technologies de l'information révoque l'accès au produit, donne un avertissement et impose une amende d'au moins 500 000 RMB. Si l'amende est comprise entre 1 000 000 RMB et 10 000 000 RMB, les demandes d'accès aux produits de véhicules intelligents et connectés du même fabricant ne

sont plus acceptées dans un délai de trois ans à compter de la date d'entrée en vigueur de la décision de sanction.

Article 60

Si un fabricant ou un vendeur de produits automobiles intelligents et connectés viole les dispositions du paragraphe 2 de l'article 31 du présent règlement, et ne parvient pas à mettre en place un mécanisme d'assistance technique ou de service de secours, les services compétents lui ordonnent d'apporter des corrections dans un délai conformément à la loi. S'il ne parvient pas à apporter des corrections dans le délai imparti, il lui est imposé une amende d'au moins 50 000 RMB, mais d'au plus 500 000 RMB.

Article 61

Quiconque enfreint les dispositions de l'article 39 du présent règlement et se livre à des opérations de transport routier sans obtenir une licence commerciale de transport routier ou un certificat de transport routier sera puni par le Département municipal des transports conformément à la loi.

Article 62

Quiconque enfreint les dispositions des articles 46, 47 et 48 du présent règlement, et ne protège pas la sécurité des informations sur les réseaux et les données conformément à la loi sera puni par les départements compétents conformément à la loi.

Article 63

Quiconque enfreint les dispositions du présent règlement, et est puni, doit demander aux départements compétents d'incorporer les informations sur les comportements illégaux dans le système public municipal d'information conformément aux dispositions pertinentes.

Chapitre 9 – Dispositions complémentaires

Article 64

Le présent règlement entre en vigueur le 1^{er} août 2022.

Annexe 4

Les véhicules autonomes à Pingshan (Shenzhen)

Expérimentations, démonstrations et déploiements commerciaux des véhicules autonomes dans le district de Pingshan à Shenzhen, province du Guangdong

Octobre 2023

Cette annexe reprend la présentation faite par des représentants des autorités de Shenzhen lors d'une visioconférence le 20 octobre 2023 avec les deux auteurs du rapport. La partie chinoise représentait le Bureau de développement et de réforme du district de Pingshan⁷⁸ à Shenzhen (province du Guangdong) et le Centre d'innovation de l'industrie des systèmes de transport intelligents et connectés du futur de Shenzhen (Shenzhen Future Intelligent Network Transportation System Industry Innovation Center, SFITIC).

1. Tout le district de Pingshan (167 km² et 550 000 habitants⁷⁹) est ouvert aux essais et aux déploiements des véhicules autonomes, sur la base des réglementations nationales et des réglementations propres à la ville de Shenzhen

Conformément aux exigences du « Règlement sur la gestion des véhicules intelligents et connectés de la zone économique spéciale de Shenzhen » (voir [Annexe 3](#)), le district de Pingshan a défini des politiques de gestion pour une ouverture générale aux véhicules intelligents et connectés, en se référant à l'expérience de gestion des villes en pointe au niveau national et à l'expérience de la ville de Shenzhen. Le district s'est conformé en particulier aux orientations de niveau supérieur qui avaient été fixées dans trois réglementations :

- [Règlement sur la gestion des essais routiers et des applications de démonstration de véhicules intelligents connectés par trois ministères nationaux](#) (27 juillet 2021),
- [Règlement sur la gestion des véhicules intelligents et connectés de la zone économique spéciale de Shenzhen](#) (23 juin 2022, voir [Annexe 3](#)),
- [Règles détaillées pour la gestion des applications de véhicules intelligents et connectés à Shenzhen](#) (2 octobre 2022).

Le district de Pingshan est le premier en Chine à disposer d'une législation complète sur les expérimentations et les exploitations commerciales des véhicules autonomes. Les [règlements au niveau du district de Pingshan](#) sont les suivants :

- [Règlement de gestion pour les essais routiers et les applications de démonstration de véhicules intelligents et connectés dans le district de Pingshan](#). Son objectif est la promotion des expérimentations et démonstrations de grande envergure dans tout le

⁷⁸ Ce Bureau local relève de la Commission nationale du développement et de la réforme (National Development and Reform Commission, NDRC) qui un département du Conseil des affaires de l'État. La NDRC est chargée du contrôle macro-économique de la Chine. Son rôle dans la définition et l'exécution des plans économiques de la Chine est de première importance.

⁷⁹ Par comparaison, la ville de Paris (France) s'étend sur une superficie de 105 km².

district de Pingshan. Il définit les procédures de demande, de gestion, de traitement des infractions au code de la route et des accidents pour les essais et les démonstrations.

- Dispositions pour la gestion des pilotes commerciaux de véhicules intelligents et connectés dans le district de Pingshan. Leur objectif est d'introduire de nouveaux modèles d'exploitation commerciale. On vise ici à étudier les services payants pour les véhicules intelligents et connectés transportant des voyageurs et des marchandises.
- Dispositions pour la gestion des véhicules sans conducteur dans le district de Pingshan. Leur objectif est l'exploration de nouveaux cas d'usage et de nouvelles applications commerciales. Elles regardent principalement la définition des véhicules sans conducteur, la spécification des paramètres techniques, la clarification des responsabilités et obligations des entreprises, les règles de circulation des véhicules.

Ces trois actes réglementaires ouvrent sur cinq possibilités : opérer dans tout le district de Pingshan, expérimenter dans les rues, entreprendre des essais commerciaux, circuler sans conducteur, exploiter de manière simplifiée.

2. Sécurité des expérimentations, des démonstrations et des services commerciaux

2.1. Groupe de travail

Le Bureau du développement et de la réforme du district de Pingshan, en collaboration avec le Bureau de l'industrie et de la technologie de l'information du district, le Bureau des transports et la police de la circulation, a formé un **Groupe de travail** pour garantir la sécurité durant tous les processus : demande d'opération, gestion en temps réel, traitement *a posteriori*.

Chaque membre du **Groupe de travail** pour la gestion de l'ouverture générale aux véhicules intelligents et connectés dans le district de Pingshan a des responsabilités propres :

- *Bureau de l'industrie et de la technologie de l'information du district* :
 - fixer les orientations et apporter les soutiens qui sont nécessaires aux entités réalisant des essais et démonstrations,
 - construire les infrastructures de connectivité et de télécommunication pour l'internet des véhicules dans tout le district.
- *Bureau du développement et de la réforme du district (chef de file)* :
 - coordonner et gérer l'ensemble,
 - organiser les réunions du Groupe de travail,
 - traiter les demandes d'essais et de démonstrations, valider les auto-déclarations de sécurité et délivrer les permis,
 - assurer la responsabilité de la supervision générale liée aux essais et aux démonstrations.
- *Brigade de la police de circulation de Shenzhen* :
 - fixer les orientations et apporter les soutiens qui sont nécessaires aux entités réalisant des essais et démonstrations,
 - effectuer des évaluations de la complexité et de la sécurité des environnements de circulation routière dans le district de Pingshan,

- examiner les qualifications des conducteurs pour les essais et les démonstrations,
 - aider les demandeurs à obtenir des plaques d'immatriculation temporaires délivrées par le Département de la gestion de la circulation de la sécurité publique de Shenzhen,
 - identifier et traiter les infractions au code de la route, et les accidents survenus lors des essais et des démonstrations.
- *Bureau du transport du district de Pingshan* :
 - Fixer les orientations et apporter les soutiens qui sont nécessaires aux entités réalisant des essais et des démonstrations,
 - mettre en place les installations routières qui sont nécessaires, telles que la signalisation, le marquage au sol et les contrôles de communication, pour toutes les sections de route et les zones ouvertes.

2.2. Procédure pour les demandes d'essais sur route ouverte

2.2.1. Documents des demandeurs

Les entités souhaitant effectuer des essais et des démonstrations pour des véhicules intelligents et connectés doivent soumettre leurs demandes au **Groupe de travail**, conformément à la réglementation.

2.2.2. Examen des documents des demandeurs

Le **Groupe de travail** mandate un organisme tiers pour étudier les documents soumis. Après réception des documents, l'organisme tiers de gestion effectue des essais de fonctionnalité sur les véhicules, vérifie la conformité des véhicules fournis par les parties concernées avec les descriptions des fonctionnalités figurant dans les documents de candidature, et dans les cinq jours ouvrables suivant la fin de l'examen, soumet les résultats de l'examen, ainsi que le rapport de vérification des véhicules, au **Groupe de travail**.

La reconnaissance mutuelle des essais et des démonstrations conduit à accepter les documents préparés sur des sites et des villes ailleurs en Chine.

2.2.3. Évaluation par le Groupe de travail

Après réception des documents soumis par l'organisme tiers de gestion, le Groupe de travail convoque une réunion dans les cinq jours ouvrables pour procéder à l'évaluation et à la justification. Il délivre aux entités une déclaration d'auto-sécurité pour les essais et les démonstrations qui répondent aux exigences sur les essais et démonstrations, ainsi qu'une identification des véhicules qui répondent aux exigences.

2.2.4. Installation des dispositifs de supervision des véhicules par un organisme tiers

L'organisme tiers de gestion installe un dispositif de supervision sur les véhicules portant l'identification des essais et des démonstrations. Ce dispositif permet de transmettre en temps réel des informations telles que l'identification du véhicule (numéro de châssis ou informations sur la plaque d'immatriculation temporaire), le mode de contrôle du véhicule, la position du véhicule, la vitesse, l'accélération, le sens de circulation du véhicule, les instructions de commande à distance reçues par le véhicule (le cas échéant) et les pannes du véhicule (le cas échéant).

Après approbation par le Groupe de travail et notification aux autorités locales, les essais et démonstrations peuvent être menés en recourant aux identifications.

2.3. Exigences en matière d'expérience et de qualification des demandeurs

Les demandeurs doivent avoir parcouru au moins 300 000 kilomètres en essais routiers en Chine et, pour des activités commerciales, disposer d'une flotte d'au moins 20 véhicules.

2.4. Normaliser la qualification technique des véhicules

En plus des rapports d'essais obligatoires et des rapports d'essai de sécurité, les véhicules doivent passer les essais de fonctionnalités de conduite autonome requis par le district de Pingshan.

Les essais de fonctionnalités de conduite autonome des véhicules intelligents et connectés exigés par le district de Pingshan sont ceux-ci :

1. Reconnaissance et réaction aux signalétiques de circulation

- Essai de signalétique de limitation de vitesse
- Essai de signalétique de couloirs de voirie
- Essai de signalétique de marquage de priorité et d'arrêt
- Essai de feux de signalisation aux intersections

2. Reconnaissance et réaction aux infrastructures routières et aux obstacles

- Essai de rond-point
- Essai de conflit pour les véhicules en ligne droite à des intersections sans feux de signalisation
- Essai de conflit pour les véhicules tournant à droite à des intersections sans feux de signalisation
- Essai de conflit pour les véhicules tournant à gauche à des intersections sans feux de signalisation
- Essai d'obstacles réguliers
- Essai d'occupation de voie par un véhicule immobilisé
- Essai de réduction du nombre de voies devant le véhicule*
- Essai de réaction erronée ou imprévue*
- Essai de bretelle

3. Reconnaissance et réaction aux piétons et aux véhicules non motorisés

- Essai de passage de piétons sur les passages piétons
- Essai de marche de piéton le long de la route
- Essai de circulation de vélo le long de la route
- Essai de circulation de deux-roues à moteur le long de la route

4. Reconnaissance et réaction à l'état de conduite des véhicules environnants

- Essai d'entrée du véhicule devant
- Essai de sortie du véhicule devant
- Essai d'occupation de voie par des véhicules
- Essai de départ-arrêt de véhicules cibles
- Essai de départ-arrêt en virage de véhicules cibles*

5. Intervention et reprise de tâches de conduite dynamique

- Essai d'intervention et de reprise de tâches de conduite dynamique

6. Stratégies d'atténuation des risques et états de risques minimaux

- Essai de dépassement de la zone de circulation prévue
- Essai de blocage de la route devant

7. Évitement d'urgence automatique

- Essai de véhicule immobilisé devant
- Essai de freinage d'urgence de véhicule devant
- Essai de traversée des piétons
- Essai de traversée des deux-roues
- Essai de traversée des piétons obstrués par des véhicules devant*

8. Géolocalisation des véhicules

- Essai de précision de la géolocalisation
- Essai de précision de stationnement
- Essai d'entrée d'autobus en arrêt bus hors couloir de rue*
- Essai d'entrée d'autobus conventionnels en arrêt bus en couloir de rue*

9. Surveillance et contrôle à distance en temps réel

- Enregistrement en temps réel de l'état de fonctionnement des véhicules*
- Obtention rapide d'informations sur les états anormaux des véhicules*
- Contrôle à distance des véhicules*

Remarques :

Les essais marqués d'un astérisque (*) sont optionnels. Les essais 9 sont obligatoires pour les véhicules effectuant des essais routiers sans conducteur.

2.5. Amélioration des dispositions relatives à la qualification des conducteurs

Les conducteurs doivent répondre aux exigences de la réglementation en suivant une formation qualifiante pour devenir responsables de la sécurité de circulation des véhicules. Ceux qui satisfont aux conditions pour évoluer vers des circulations sans conducteur peuvent

demander progressivement la suppression du poste de conducteur et de l'agent à bord après approbation de documents tels que le plan de sécurité.

2.5.1. Exigences en matière de qualification des conducteurs

Les exigences en matière de qualification des conducteurs sont les suivants :

- conclure un contrat de travail ou un contrat de service avec l'entité chargée des essais et démonstrations,
- posséder un permis de conduire correspondant au type de véhicule, et avoir plus de trois ans d'expérience de conduite,
- n'avoir été responsable d'aucune infraction grave au cours de la dernière année, notamment un excès de vitesse de plus de 50 %, une suroccupation, une surcharge, une violation des feux de signalisation, etc.,
- avoir suivi une formation qualifiante de l'entité chargée des essais et démonstrations, être familier avec les procédures d'évaluation des essais de fonctionnalités de conduite autonome et des plans de démonstrations, maîtriser les méthodes d'essai et de démonstration, et avoir la capacité de réaction et de traitement de la situation en cas d'urgence.

2.5.2. Exigences pour les demandes sans conducteur

Essais routiers sans conducteur

- Passer l'essai de conduite autonome sans conducteur
- Avoir plus de 300 000 kilomètres cumulés d'essais routiers en Chine
- Avoir plus de 15 000 kilomètres cumulés d'essais routiers avec au plus 5 véhicules du même modèle, du même système et de la même architecture dans le district de Pingshan
- Avoir des rapports d'essais relatifs aux véhicules, incluant le rapport sur les fonctionnalités de conduite autonome, le rapport d'inspection de sécurité des véhicules et le rapport d'inspection obligatoire des véhicules
- Fournir le programme de formation des opérateurs de sécurité et la validation de leur qualification
- Fournir des preuves de l'absence d'accidents de la circulation dans lesquels ils seraient responsables
- Fournir des informations sur la plateforme de surveillance à distance des véhicules et les systèmes de communication
- Fournir les preuves que les véhicules sont connectés à la plateforme de supervision locale
- Fournir le plan d'analyse des risques de sécurité et les mesures prises pour y faire face
- Fournir des informations sur l'évaluation des risques liés à la sécurité des réseaux et des données, ainsi que des mesures prises pour garantir cette sécurité

Démonstration sans conducteur

- Passer l'essai de conduite autonome sans conducteur
- Avoir plus de 300 000 kilomètres cumulés d'essais routiers en Chine

- Avoir plus de 10 000 kilomètres cumulés d'essais sans conducteur sur les routes prévues pour les démonstrations sans conducteur, avec au plus 5 véhicules du même modèle, du même système et de la même architecture dans le district de Pingshan
- Disposer des rapports d'essais relatifs aux véhicules, incluant le rapport sur les fonctionnalités de conduite autonome, le rapport d'inspection de sécurité des véhicules et le rapport d'inspection obligatoire des véhicules
- Fournir le programme de formation des opérateurs de sécurité et la validation de leur qualification
- Fournir des preuves de l'absence d'accidents de la circulation dans lesquels ils seraient responsables
- Fournir des informations sur la plateforme de supervision locale à distance des véhicules et les systèmes de communication
- Fournir les preuves que les véhicules sont connectés à la plateforme de supervision locale à distance
- Fournir le plan d'analyse des risques de sécurité et les mesures prises pour y faire face
- Fournir des informations sur l'évaluation des risques liés à la sécurité des réseaux et des données, ainsi que des mesures prises pour garantir cette sécurité

Service commercial sans conducteur

- Passer l'essai de conduite autonome sans conducteur
- Avoir plus de 300 000 kilomètres cumulés d'essais routiers en Chine
- Avoir au moins 25 000 kilomètres cumulés sur les routes prévues pour les services commerciaux, ou avoir au moins 5 000 kilomètres de démonstration sans conducteur avec au plus 5 véhicules du même modèle, du même système et de la même architecture dans le district de Pingshan
- Avoir des rapports d'essais relatifs aux véhicules, incluant le rapport sur les fonctionnalités de conduite autonome, le rapport d'inspection de sécurité des véhicules et le rapport d'inspection obligatoire des véhicules
- Fournir le rapport d'essais de fonctionnalités répondant aux exigences pour les véhicules sans opérateur de sécurité
- Fournir le programme de formation des opérateurs de sécurité et la validation de leur qualification
- Fournir la preuve que les opérateurs de sécurité à distance sont préparés à l'exploitation commerciale
- Fournir des preuves de l'absence d'accidents de la circulation dans lesquels ils seraient responsables
- Fournir des informations sur la plateforme de supervision locale à distance des véhicules et les systèmes de communication
- Fournir les preuves que les véhicules sont connectés à la plateforme de supervision locale à distance.
- Fournir le plan d'analyse des risques de sécurité et les mesures prises pour y faire face

- Fournir des informations sur l'évaluation des risques liés à la sécurité des réseaux et des données, ainsi que des mesures prises pour garantir cette sécurité
- Fournir des preuves que le demandeur dispose d'une équipe de sécurité dédiée et d'experts en sécurité informatique, et d'un système de protection de la sécurité des réseaux et des données

2.6. Mise en place d'un parcours progressif de demande de projets pilotes

Dans le but d'assurer la stabilité technologique et la sécurité, tout en répondant aux exigences de réglementation en matière de sécurité, les tronçons et zones d'essai sont ouverts progressivement par lots.

2.6.1. Demande d'essais routiers avec conducteur

Les entités de demande doivent avoir accumulé un total de plus de 300 000 kilomètres d'essais routiers en Chine.

2.6.2. Demande de démonstration avec conducteur

Dans les tronçons ou zones correspondants, le temps d'essai routier ne doit pas être inférieur à 240 heures, ou la distance inférieure à 1 000 kilomètres (par véhicule).

2.6.3. Demande d'essai du service commercial avec conducteur

Les demandeurs doivent avoir obtenu l'identifiant de démonstration de véhicules intelligents et connectés de Pingshan, ainsi que des plaques d'immatriculation temporaires. Ils doivent avoir accumulé au moins 50 000 kilomètres de démonstration ou d'essai en service commercial, ou avoir accumulé au moins 20 000 kilomètres de démonstration à Pingshan sans accident de la circulation.

2.6.4. Demande d'essais routiers sans conducteur

Les demandeurs doivent avoir accumulé plus de 15 000 kilomètres d'essais routiers sans conducteur dans le district de Pingshan, avec 5 véhicules au moins.

2.6.5. Demande d'application de démonstration sans conducteur

Les demandeurs doivent avoir accumulé au moins 10 000 kilomètres d'essais routiers sans conducteur sur les tronçons concernés, avec 5 véhicules au moins.

2.6.6. Demande de projet pilote commercial sans conducteur

Les demandeurs doivent avoir accumulé au moins 25 000 kilomètres d'essai en service commercial sur les tronçons concernés, avec 5 véhicules au moins, ou avoir accumulé au moins 5 000 kilomètres d'application de démonstration sans conducteur à Pingshan, avec 5 véhicules au moins.

2.7. Exigence de connectivité des données des véhicules au système de surveillance central

Les organismes tiers sont tenus d'installer un dispositif de supervision locale à distance qui permette la transmission en temps réel d'informations sur les véhicules qui ont obtenu l'identifiant d'essai, de démonstration ou d'essai en service commercial. Ces données comprennent les renseignements suivants :

- identifiant du véhicule (numéro de châssis ou plaque d'immatriculation temporaire, etc.),
- mode de contrôle du véhicule,
- position du véhicule,
- état de circulation du véhicule (vitesse, accélération, sens de circulation, etc.),
- instructions de commandes à distance reçues par le véhicule (si disposition applicable),
- pannes du véhicule (si disposition applicable).

2.8. Clarification des exigences réglementaires pour les phases opérationnelles

Pour les trois principaux acteurs, à savoir les véhicules, les conducteurs et les entreprises, des réglementations de sécurité des véhicules intelligents et connectés sont régulièrement améliorées. Le processus de gestion des services commerciaux est complété et clarifié afin de renforcer la sécurité et la capacité de contrôle pour l'ouverture du district aux services commerciaux de robotaxis.

2.8.1. Véhicules

Les véhicules doivent être clairement marqués comme étant des véhicules d'essai et de démonstration.

2.8.2 Conducteurs

Les conducteurs surveillent en temps réel l'état de conduite des véhicules, interviennent immédiatement en cas de nécessité et inspectent les pièces critiques des véhicules.

2.8.3. Entreprises

Les entreprises renforcent la gestion des conducteurs, informent préalablement les voyageurs des risques potentiels, et renforcent les dispositifs de sécurité de protection des réseaux et des données.

2.8.4. Démonstration sur autoroute

Les conducteurs et les véhicules d'escorte sont requis. Après 30 000 km d'essai sans accident, les entreprises peuvent demander la suppression des véhicules d'escorte.

2.8.5. Démonstration des services commerciaux

Les entreprises établissent un système d'évaluation du service et un mécanisme de gestion des réclamations, signent un accord avec les voyageurs et les informent les risques à bord des véhicules de démonstration.

2.9. Établissement de règles de traitement des accidents et infractions

Conformément aux dispositions des règlements, les procédures et les exigences de traitement des infractions routières et des accidents de la circulation survenant lors des essais sur route et des démonstrations sont clairement définies pour les conducteurs, les entreprises, les services de police routière et le Groupe de travail.

2.9.1. Conducteurs et entreprises en cas d'accident

- Arrêter immédiatement l'activité en cours

- Protéger le site et appeler la police
- Signaler l'accident dans les 12 heures, et si l'accident est grave, dans l'heure qui suit.
- Soumettre un rapport d'analyse de l'accident dans les cinq jours ouvrables après l'évaluation préliminaire de la police routière.

2.9.2. Services de police routière

Pour les infractions routières, les services de police appliquent les lois et règlements de sécurité routière.

En cas d'accident de la circulation, les services de police déterminent la responsabilité des parties conformément aux lois et règlements de sécurité routière, et infligent des sanctions. En cas d'infraction criminelle, la responsabilité pénale des parties est engagée.

2.9.3. Groupe de travail conjoint

En cas d'accident majeur, un signalement est fait au niveau supérieur.

En fonction de la gravité de la situation de l'accident, le Groupe de travail peut suspendre, arrêter temporairement ou autoriser la reprise des essais et démonstrations.

3. Exigences de documentation de la demande

3.1. Exigences de documentation pour les demandes d'essai routier avec conducteur

- Documents concernant les entités, les véhicules et les conducteurs participant aux essais
- Rapports d'essais de fonctionnalités de conduite autonome dans les zones d'essai reconnues aux niveaux national, provincial (Guangdong) ou municipal (Shenzhen)
- Déclaration d'auto-certification de sécurité des essais routiers de véhicules intelligents et connectés
- Formulaire d'enregistrement et de déclaration des informations des essais routiers de véhicules intelligents et connectés
- Certificats d'assurance de responsabilité civile pour accident de la circulation, et garantie d'indemnisation pour les accidents de conduite autonome, d'au moins 5 millions de yuans (environ 650 000 euros) par véhicule

Pour les demandes d'essais routiers sur autoroute, en plus des documents mentionnés ci-dessus, il est nécessaire de fournir les rapports d'essai d'au moins 20 000 km sur les routes de Pingshan (cumul de 5 véhicules du même modèle, du même système et de la même architecture) sans aucun accident responsable de la circulation.

3.2. Exigences de documentation pour les demandes d'essais routiers sans conducteur

- Documents concernant les entités, les véhicules et les conducteurs participant aux essais
- Rapports d'essais de fonctionnalités de conduite autonome dans les zones d'essai reconnues aux niveaux national, provincial (Guangdong) ou municipal (Shenzhen)
- Déclaration d'auto-certification de sécurité des essais routiers de véhicules intelligents et connectés

- Formulaire d'enregistrement et de déclaration des informations des essais routiers de véhicules intelligents et connectés
- Certificats d'assurance responsabilité civile pour accidents de la circulation et garantie d'indemnisation pour les accidents de conduite autonome, d'au moins 5 millions de yuans (environ 650 000 euros) par véhicule
- Rapports d'essais d'au moins 15 000 km sur les routes de Pingshan (cumul de 5 véhicules du même modèle, du même système et de la même architecture) sans aucun accident responsable de la circulation, documents du système de surveillance à distance des véhicules et de télécommunication avec les véhicules, documents explicatifs de l'évaluation des risques de sécurité et de mécanisme de garantie de sécurité des réseaux et des données

4. Installations des équipements au sol (road side units, RSU) favorisant le fonctionnement des voitures autonomes et améliorant leur niveau de sécurité

Pour favoriser le fonctionnement des voitures autonomes et améliorer leur niveau de sécurité, le district de Pingshan a déjà installé des caméras, des radars millimétriques, des lidars, des unités de communication en bord de route, une informatique en périphérie de réseau (Mobile Edge Computing), des unités de contrôle de signal de trafic connectées, etc.

5. Résultats obtenus dans le district de Pingshan

Le district de Pingshan a ouvert 440 kilomètres de routes intelligentes et connectées, le plus grand nombre dans toute la ville de Shenzhen. Il a attiré des entreprises telles que BYD, Shenzhen Bus Group, AutoX, White Rhino, Neolix, Meituan et d'autres pour mener des essais et démonstrations. 202 licences d'essai, de démonstration et de déploiement commercial ont déjà été délivrées. Le district de Pingshan est actuellement le plus grand territoire de Shenzhen pour les essais et démonstrations de véhicules intelligents et connectés.

Véhicules intelligents et connectés

BYD : 1

Shenzhen Bus Group : 25

AutoX : 125

Droïdes de livraison (sans conducteur)

White Rhino : 1

Neolix : 11

Meituan : 19

Le district de Pingshan est la seule zone de Shenzhen où des services commerciaux de véhicules intelligents et connectés soient autorisés. Actuellement, des entreprises comme Baidu, Pengcheng Electric Taxi et AutoX ont déployé 50 véhicules d'essai, offrant plus de 35 000 services de transport. Les services commerciaux de robotaxis sont offerts dans le cadre d'exploitation conjointe de sociétés de robotaxis et de de taxis, d'exploitation indépendante de sociétés de robotaxis, etc.

Services commerciaux (total de 50 licences)

Baidu et Pengcheng Electric Taxi : 25

AutoX : 25

Service commercial sans conducteur (20 licences)

Baidu et Pengcheng Electric Taxi : 10

AutoX : 10

Pingshan expérimente déjà nombre de cas d'usage pour le transport de voyageurs et de marchandises, tels que robotaxis, navettes autonomes, bus autonomes, véhicules de nettoyage de voirie sans conducteur, services de livraison sans conducteur. Plus de vingt itinéraires de démonstration pour le transport de voyageurs sans conducteur ont été ouverts, totalisant près d'un million de kilomètres d'essais, tandis que près de 30 itinéraires de démonstration pour le transport de marchandises ont été tracés, totalisant plus de 300 000 kilomètres d'essai par Meituan, Neolix et Rino.ai.

Ces cas d'usage seront vite amplifiés. D'autres cas d'usage seront expérimentés dans les années à venir.

6. Le centre d'essais du transport intelligent et connecté de Shenzhen, situé dans le district de Pingshan

Le [Centre d'essais du transport intelligent et connecté de Shenzhen](#) est situé dans le district de Pingshan. Il est le fruit d'un investissement de 800 millions de yuans (un peu plus de 100 millions d'euros). Il couvre une superficie de 430 000 m². Le Centre est divisé en six grandes zones : essais à vitesse élevée et à grande vitesse, essais des ADAS (système avancé d'aide à la conduite), essais urbains, essais flexibles, essais en pente, essais de stationnement en milieu urbain.

Ce Centre d'essais est administré par le Centre d'innovation de l'industrie des systèmes de transport intelligents et connectés du futur de Shenzhen (Shenzhen Future Intelligent Network Transportation System Industry Innovation Center, SFITIC).

Annexe 5

Extrait de la réglementation européenne

Extrait du règlement d'exécution de la Commission européenne n° 2022/1426 sur « les procédures et les spécifications techniques pour la réception par type des systèmes de conduite automatisée (ADS) des véhicules entièrement automatisés » (principalement pour les niveaux 4 et 5 de l'échelle de SAE International, comme les robotaxis, les bus autonomes, les camions autonomes, les droïdes de livraison, etc.)

1.4.2. Les collisions avec des véhicules, piétons et cyclistes qui font une queue de poisson tout en se déplaçant dans le même sens, ainsi qu'avec des piétons qui peuvent s'engager pour traverser, doivent être évitées au moins dans les conditions déterminées par l'équation suivante.

$$TTC_{\text{cut-in}} \geq \frac{v_{\text{rel}}}{2 \cdot \beta} + \rho + \frac{1}{2} \tau$$

avec:

$TTC_{\text{cut-in}}$ étant le temps avant collision au moment de la queue de poisson du véhicule ou cycliste de plus de 30 cm dans la voie du véhicule entièrement automatisé.

v_{rel} étant la vitesse relative en mètres par seconde [m/s] entre le véhicule entièrement automatisé et le véhicule faisant la queue de poisson (positive si le système ADS est plus rapide que le véhicule faisant la queue de poisson).

β étant la décélération maximale du véhicule entièrement automatisé, supposée égale à:

2,4 m/s² s'il transporte des occupants debout ou non attachés et que l'on se trouve dans le scénario d'un véhicule faisant une queue de poisson;

6 m/s² s'il transporte des occupants debout ou non attachés et que l'on se trouve dans d'autres scénarios impliquant des piétons ou des cyclistes;

6 m/s² pour les autres véhicules entièrement automatisés.

ρ étant le temps nécessaire pour que le véhicule entièrement automatisé amorce un freinage d'urgence, supposé être égal à 0,1 s.

τ étant le temps nécessaire pour atteindre la décélération maximale β , supposée être égal à:

0,12 s pour les véhicules entièrement automatisés transportant des occupants debout ou non attachés;

0,3 s pour les autres véhicules entièrement automatisés.

La conformité à cette équation est requise uniquement pour les usagers de la route faisant une queue de poisson et uniquement si ceux-ci étaient visibles au moins 0,72 seconde avant qu'ils ne fassent la queue de poisson:

Cela se traduit par un évitement de collision requis lorsqu'un autre usager de la route s'engage sur la voie au-dessus des valeurs TTC suivantes (par exemple, présentées pour des incréments de vitesse de 10 km/h). Ces prescriptions doivent être satisfaites indépendamment des conditions environnementales.

v_{rel} [km/h]	TTC_{cut-in} [s] pour les véhicules transportant des occupants debout ou non attachés	TTC_{cut-in} [s] pour les autres véhicules
10	0,74	0,48
20	1,32	0,71
30	1,9	0,94
40	2,47	1,18
50	3,05	1,41
60	3,63	1,64

Si un changement de voie avec un TTC plus bas est effectué sur la voie d'un véhicule entièrement automatisé, il ne peut plus être supposé qu'il n'y aura pas d'évitement de collision. La stratégie de commande du système ADS peut changer entre l'évitement de collision et l'atténuation de collision uniquement si le constructeur peut démontrer que cela accroît la sécurité des occupants du véhicule et des autres usagers de la route (par exemple, en privilégiant un freinage plutôt qu'une autre manœuvre).

Annexe 6

La mobilité idéale des voyageurs

Par Jincheng Ni, Gilles Rupin et Loïc Certain⁸⁰

Dans nos sociétés modernes, les transports sont synonymes de liberté, et constituent un des leviers de l'émancipation humaine. Ils sont au cœur de la vie des citoyens en termes d'accès au travail, aux services publics, aux commerces, à la santé, aux activités sociales et culturelles, aux sports et aux loisirs. Ils structurent aussi le pays et la cohésion des territoires entre ruralité et métropoles. Les voitures individuelles, comme les transports collectifs, ont participé largement à cette émancipation, mais apportent aussi toutes les contraintes et les problèmes.

Existerait-il une mobilité idéale face à ces contraintes et problèmes ? Répondre à cette question suppose de s'intéresser à de nombreux domaines techniques, économiques, sociétaux, voire philosophiques. On pourrait caractériser la mobilité idéale aux critères suivants : neutre en carbone (sans émission de CO₂), sûre (sans accident), propre (sans pollution de l'air, des eaux ou des terres), silencieuse (sans pollution sonore), fluide et rapide (sans congestion, sans couture), confortable, frugale (consommation faible de ressources et énergie), économe (coût de production et de service faible) et économique (coût d'usage faible pour les usagers).

Les modes de transports collectifs semblent satisfaire la plupart de ces exigences. Mais la mobilité individuelle routière actuelle des voyageurs répond encore très peu à ces critères. En plus, un véhicule individuel passe 95 % de son temps de vie dans un garage, et quand il circule, il est très faiblement occupé (1,43 passager pour les courtes distances en 2019 en France). Le coût de sa possession et de son utilisation est élevé. Tout cela représente un gaspillage de ressources.

La voiture individuelle entame déjà sa révolution vers l'électrique. La voiture autonome est en plein développement technologique et en expérimentation commerciale, avec singulièrement des robotaxis. Le véhicule individuel futur sera électrique (propre et silencieuse), autonome, connecté, partagé, serviciel, intelligent et à faible coût d'usage. Il pourra ainsi satisfaire les exigences de la mobilité idéale.

La mobilité idéale n'est pas seulement technologique, mais aussi sociétale et transformationnelle. La mobilité idéale toujours disponible à la portée de tous permettrait de libérer pratiquement toutes les contraintes liées aux transports individuels actuels. En renversant la logique organisationnelle de la vie autour de la mobilité, la mobilité idéale future sera organisée autour des besoins des habitants. Ce ne seront plus les déplacements qui

⁸⁰ Cette annexe reprend, avec l'autorisation des auteurs, un article publié dans la *Revue générale des chemins de fer* (RGCF) n° 340 du septembre 2023, corédigé par Jincheng Ni, expert senior à France Stratégie, Expert Synapses SNCF, par Gilles Rupin, responsable des études socioéconomiques, direction de la modernisation et du développement, direction territoriale déléguée IDF, SNCF Réseau, et par Loïc Certain, expert en revenu management et optimisation sous contrainte, direction de la performance de la performance commerciale, Résidé Études.

primeront, mais l'accessibilité et la vie des citoyens. En libérant les contraintes liées à la conduite, le véhicule autonome deviendrait ainsi un espace mobile confortable à multiples usages : bureau, maison, lieu de loisir, lieu de consommation de services, etc. Le temps de trajet ne sera plus perdu, mais utile.

Une généralisation des véhicules autonomes confortables à coût d'utilisation faible, et toujours disponibles à proximité, supprimerait à terme la possession des voitures individuelles par les ménages qui n'auront plus besoin d'en acheter. Cela réduirait considérablement le parc et le besoin de place de stationnement.

En 2017, on a **29,5 millions de ménages** et un parc de **37,7 millions de voitures** en France. 16 % des ménages ne disposent pas de voitures, et 36,4 % possèdent au moins deux voitures.

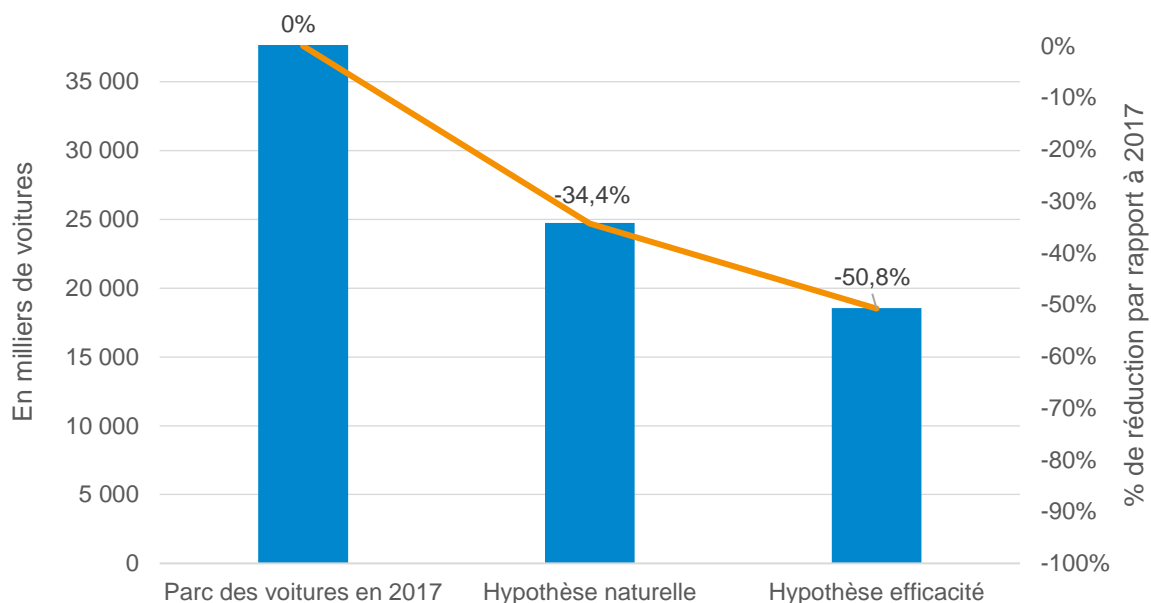
Tableau A1 – Taux d'équipement en voitures des ménages français

2017	Nombre de ménages (en milliers)	%	Nombre de voitures (en milliers)	%
Pas de voiture	4 746	16,1 %	0	0 %
Une voiture	14 002	47,5 %	14 002	37,2 %
Deux voitures	9 168	31,1 %	18 335	48,7 %
Trois voitures et plus	1 562	5,3 %	5 335	14,2 %
Total	29 478	100,0 %	37 673	100,0 %

Source : Insee

On peut estimer le parc futur en supposant l'abandon de la propriété. On peut naturellement supposer que la deuxième et la troisième voiture pour les ménages ne seraient plus nécessaires. Rien qu'avec cette hypothèse simple et naturelle, le parc passerait de 37,7 millions à 24,7 millions de voitures, soit une réduction de plus d'un tiers (34,4 %). On peut supposer ensuite une meilleure efficacité de 25 % d'utilisation grâce à un meilleur taux d'occupation et une plus grande disponibilité d'utilisation. Cela réduirait le parc de 6,2 millions de voitures (25 % de 24,7 millions). Le parc serait à 18,5 millions, soit en diminution de 51 %.

Graphique A1 – Le futur parc de voitures en France



Source : calcul des auteurs

Quel que soit le scénario, la forte réduction du parc économiserait considérablement les ressources nécessaires à leur fabrication et le foncier nécessaire à leur stationnement.

La mobilité idéale sera aussi économique et inclusive pour les usagers. Les coûts de possession, d'entretien et d'assurances deviendraient pour l'utilisateur final des coûts liés au seul usage. Les ménages n'auront donc plus à supporter entièrement ces dépenses liées à la propriété des voitures.

En 2017, selon l'[Insee](#), les ménages consacrent en moyenne 4 700 euros aux transports, soit 14 % de leur revenu disponible. La voiture occupe une place très majoritaire dans cette dépense : 11 % du revenu disponible des ménages ou 81 % du budget Transports est consacré en moyenne aux transports individuels, principalement pour la voiture. L'achat de véhicules représente 31 % de la dépense de transports, devant les dépenses de carburants (24 %), d'assurances (14,3 %) et d'entretien (12,0 %). Les transports collectifs représentent 11 % du budget Transports des ménages.

Tableau A2 – Dépenses de transport des ménages français en 2017

Dépenses des ménages aux transports en 2017	En euros	En %
Transports individuels	3 805	80,9 %
Achat net de véhicules	1 459	31,0 %
Entretien et frais associés	564	12,0 %
Assurances	672	14,3 %
Carburants, lubrifiants	1 110	23,6 %
Transports collectifs	518	11,0 %
Dépenses occasionnelles	380	8,1 %
Total	4 703	100,0 %

Source : Insee

La dépense de transport est la plus élevée dans les communes hors attraction des villes. Les transports individuels représentent en moyenne 90 % du budget Transports des ménages habitant une aire de moins de 200 000 habitants ou hors attraction des villes, contre 79 % dans les aires de 700 000 habitants ou plus hors Paris et 63 % dans l'aire de Paris. Les transports pèsent plus sur le budget des plus modestes. La dépense de transports augmente avec le niveau de vie : en 2017, elle s'élève à 2 460 euros en moyenne pour les 10 % de ménages les plus modestes, et à 8 830 euros pour les 10 % les plus aisés. Sa part dans le revenu disponible varie peu (près de 15 % entre les 1^{er} et 7^e déciles de niveau de vie), sauf aux extrémités de la distribution. Les 10 % de ménages les plus modestes consacrent 21,3 % de leur revenu disponible aux transports, les 10 % les plus aisés 11,5 %. Les 10 % des ménages les plus modestes consacrent proportionnellement deux fois plus de revenu à la mobilité que les ménages à très hauts revenus.

La mobilité idéale toujours disponible et à faible coût d'utilisation satisferait les besoins de ces populations, et sera donc inclusive en particulier pour les ménages qui ne disposent pas de voiture, les ménages en zones peu denses et rurales, les ménages à très faibles revenus, ou encore les personnes pour qui l'accès à la voiture est difficile.

Dans les zones denses, la population disposera des offres des transports collectifs lourds à horaires fixes et des véhicules de la mobilité idéale toujours disponibles 24 heures sur 24 tous les jours de l'année. Dans les zones peu denses (couronnes des pôles urbains, espaces ruraux), là où les transports collectifs sont insuffisants ou absents, on pourrait imaginer une offre publique (extension des missions des AOM, autorité organisatrice de mobilité) en créant des « maisons de mobilité », avec un nombre de véhicules de la mobilité idéale nécessaire toujours disponible pour répondre aux besoins des habitants à la demande, en moins de 10 ou 15 minutes par exemple. Ces maisons de mobilité dans les zones peu denses pourraient être situés dans les centres commerciaux, stations-services ou des lieux stratégiques à définir. Le nombre de parcs de mobilité pourrait être déterminé à partir du modèle des maisons de [France Services](#). Les AOM pourraient confier aux opérateurs/platformes des mobilités l'exploitation de ces mobilités servicielles comme les transports collectifs.

Annexe 7

Le Guide national sur la sécurité des véhicules autonomes

Le Guide national du 21 novembre 2023 et son interprétation du 5 décembre 2023, sur la sécurité des véhicules autonomes en Chine

Afin de guider le développement des technologies de la conduite autonome et de normaliser l'utilisation des véhicules autonomes dans le domaine des services de transport, conformément à la loi sur la sécurité industrielle de la République populaire de Chine, la loi sur la sécurité routière de la République populaire de Chine, les règlements sur le transport routier à longue distance de la République populaire de Chine et les règlements sur le transport urbain de voyageurs, notre ministère a organisé la préparation du *Guide des services de sécurité du transport des véhicules autonomes (projet)*. Il est maintenant publié. Veuillez l'appliquer consciencieusement en fonction des conditions réelles.

Secrétariat général du ministère des Transports, le 21 novembre 2023

Guide pour la sécurité du transport en véhicule autonome (projet)

Afin de guider le développement des technologies de la conduite autonome et de normaliser l'utilisation des véhicules autonomes dans le domaine des opérations de transport, conformément à la loi sur la sécurité industrielle de la République populaire de Chine, la loi sur la sécurité routière de la République populaire de Chine, les règlements sur le transport routier à longue distance de la République populaire de Chine et les règlements sur le transport urbain de voyageurs, a été préparé le présent Guide.

1. Champ d'application

Le présent Guide s'applique à tous ceux qui recourent à des véhicules autonomes pour effectuer un transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus, un transport de voyageurs en taxi, un transport routier de voyageurs en autocar ou un transport routier de marchandises, sur les routes urbaines, les autoroutes et les autres types de routes utilisées pour la circulation publique des véhicules à moteur.

Les véhicules autonomes mentionnés dans ce Guide font référence aux véhicules capables d'effectuer toutes les tâches de conduite dynamique dans des conditions de fonctionnement conçues conformément aux normes nationales, et sont inclus dans le champ d'accès aux produits publiés par le ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information. La classification « Automatisation de la conduite automobile » (GB/T40429-2021) définit clairement les véhicules conditionnellement autonomes, les véhicules hautement autonomes et les véhicules entièrement autonomes.

2. Principes de base

L'utilisation de véhicules autonomes pour le transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus, le transport de voyageurs en taxi, le transport routier de voyageurs en autocar et le transport routier de marchandises (ci-après collectivement dénommés *opérations de transport autonome*) doivent respecter les principes sur le respect des lois et règlements, l'honnêteté et la fiabilité, la sécurité avant toute chose et les principes fondés sur l'innovation. La gestion du transport par

véhicule autonome doit adhérer aux principes de sécurité avant toute chose, d'intégrité et d'innovation, d'inclusion et d'ouverture, ainsi que de progressivité ordonnée.

3. Cas d'usage

Pour garantir la sécurité des transports, les opérations de transport routier par des véhicules autonomes doivent être effectuées dans des zones spécifiquement désignées, et doivent passer avec succès les évaluations de sécurité routière conformément à la loi. Ceux qui utilisent des véhicules autonomes pour effectuer des opérations de transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus peuvent le faire sur des itinéraires physiquement fermés, relativement fermés ou fixes sous des conditions routières simples, et selon des scénarios de sécurité routière qui soient contrôlables. Ceux qui utilisent des véhicules autonomes pour des opérations de transport de voyageurs en taxi peuvent le faire selon des scénarios où les conditions de circulation sont bonnes et où la sécurité routière est contrôlable. Les véhicules autonomes doivent pouvoir être utilisés en toute prudence pour pouvoir faire des opérations de transport routier de voyageurs. Les véhicules autonomes peuvent être utilisés dans des opérations de transport routier de marchandises selon des scénarios tels que le transport routier de point à point, ou sur des routes urbaines où la sécurité routière est contrôlable. Il est interdit d'utiliser des véhicules autonomes pour se livrer à des opérations de transport routier de marchandises dangereuses.

4. Opérateurs de transport autonome

Les opérateurs qui utilisent des véhicules autonomes pour effectuer un transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus, un transport de voyageurs en taxi, un transport routier de voyageurs en autocar ou un transport routier de marchandises (ci-après collectivement dénommés *opérateurs de transport autonome*) doivent s'enregistrer en tant qu'entités de marché conformément à la loi, et leur champ d'activité doit préciser les catégories d'activité exercée. Le transport de voyageurs en taxi (plateforme d'autopartage en ligne) et le transport routier de voyageurs en autocar doivent être couverts par une assurance de responsabilité civile de transporteur conformément à la loi. Les personnes engagées dans l'exploitation des bus et des trolleybus urbains doivent se conformer aux exigences opérationnelles de l'État et du gouvernement de la ville où elles opèrent. Les personnes engagées dans le transport de voyageurs en taxi, le transport routier de voyageurs en autocar et le transport routier de marchandises doivent posséder une licence commerciale pour les catégories commerciales qui sont exercées. Les entreprises de transport urbain de personnes et les entreprises de transport routier en autocar peuvent former un consortium avec les constructeurs automobiles pour organiser des opérations de transport en conduite autonome. Les opérateurs de transport autonome doivent suivre les procédures convenables conformément à la loi, et les autorités locales de transport doivent fournir des canaux de traitement permettant aux opérateurs de transport autonome de s'engager dans des services commerciaux de transport en véhicule autonome.

5. Véhicules de transport

Les opérateurs engagés dans les opérations de transport routier doivent se conformer aux normes et spécifications techniques nationales, immatriculer leurs véhicules à moteur conformément à la loi, et obtenir des plaques d'immatriculation et des permis de conduire pour véhicules à moteur. Les véhicules autonomes affectés au transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus doivent être conformes aux exigences opérationnelles de l'État et de la municipalité du lieu d'exploitation. Les véhicules autonomes engagés dans le transport de voyageurs en taxi, le transport routier de voyageurs en autocar et le transport routier de marchandises doivent aussi être conformes aux normes techniques de sécurité applicables aux services de véhicules

utilitaires à moteur dans le secteur des transports, et leurs opérateurs doivent obtenir le « certificat d'exploitation de plateforme d'autopartage en ligne » délivrée par les autorités organisatrices des transports au lieu d'exploitation conformément à la loi, et le « Certificat de transport routier ». Si les opérateurs modifient les fonctions de conduite autonome, ou mettent à niveau les systèmes logiciels des véhicules, ils doivent se conformer aux règlements du ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information pour garantir un fonctionnement sûr des véhicules.

Les véhicules autonomes engagés dans des opérations de transport routier doivent être conformes à la loi sur la sécurité routière de la République populaire de Chine, aux règlements sur le transport routier de la République populaire de Chine, aux règlements sur l'assurance obligatoire pour la responsabilité civile en cas d'accident de la circulation, et aux règlements du ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information, du ministère de la Sécurité publique et du ministère des Transports, conformément aux exigences de l'avis sur la publication des [Spécifications de gestion pour les essais routiers et les démonstrations de véhicules connectés et intelligents \(projet\)](#) (ministère de l'Industrie et des Technologies de l'information), avoir un certificat d'assurance de responsabilité civile (accident de la route) ou une garantie d'indemnisation des accidents.

6. Dotation en personnel

Les véhicules autonomes affectés au transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus, et au transport routier à longue distance, doivent se déplacer avec un conducteur ou un agent de sécurité opérationnel (ci-après dénommés *agents de sécurité*). En principe, les véhicules autonomes engagés dans le transport routier de marchandises doivent tous avoir un agent de sécurité à bord. Les véhicules conditionnellement autonomes et hautement autonomes engagés dans le transport de voyageurs en taxi doivent se mouvoir avec un agent de sécurité ; les véhicules entièrement autonomes engagés dans le transport de voyageurs en taxi peuvent, dans le but d'assurer la sécurité, avec l'accord du gouvernement de la ville ou du district, être suivis à distance par des agents de sécurité lors d'opérations dans des zones spécifiquement désignées, et le nombre des véhicules par agent de sécurité à distance ne doit pas être supérieur à 3. Les agents de sécurité doivent recevoir une formation sur les technologies des véhicules autonomes et les activités connexes de transport, maîtriser les dispositions des lois et règlements sur la sécurité routière, savoir exploiter les fonctions des différents niveaux de systèmes de conduite autonome, être familiers avec les domaines opérationnels de la conduite autonome et disposer de capacités d'intervention en urgence telles que la prise en charge des véhicules. Si les fonctions de conduite autonome des véhicules autonomes ont été modifiées ou améliorées, les opérateurs de transport autonome doivent rapidement renforcer la formation sur le terrain des agents de sécurité, afin de garantir qu'ils maîtrisent les nouvelles fonctions, les nouvelles technologies et les nouvelles exigences. Les agents de sécurité doivent se conformer aux règlements et exigences en matière de gestion des pratiques dans le domaine des transports, et obtenir les qualifications pour les catégories professionnelles correspondantes.

7. Sécurité

(1) Systèmes de sécurité

Les opérateurs de transport à conduite autonome doivent assumer toutes leurs responsabilités en matière de sécurité, et établir et mettre en œuvre des systèmes de gestion de la sécurité des opérations, y compris, mais sans s'y limiter, le système de responsabilité de sécurité pour tous les employés, le système de gestion des technologies des véhicules, le système d'évaluation de

la sécurité, le système de maîtrise des risques pour la sécurité, le système d'enquête et de gestion, le système de gestion de surveillance dynamique, le système de gestion de la sécurité du réseau, le système de gestion de la sécurité des employés, des procédures opérationnelles de sécurité pour les postes clés, des plans d'éducation et de formation en matière de sécurité et d'intervention en urgence, etc.

(2) Garantie de sécurité du transport

Les opérateurs de transport autonome doivent établir et améliorer le système général de garantie de la sécurité des transports. Avant toute exploitation, ils doivent dresser un plan de garantie de la sécurité des transports pour les véhicules autonomes, et clarifier les conditions de conception et d'exploitation, la situation du personnel, la liste des risques de sécurité opérationnelle, le contrôle hiérarchique, les mesures d'intervention en urgence, etc. Les opérateurs de transport autonome doivent signer des accords avec les constructeurs automobiles, les agents de sécurité, etc. pour clarifier les droits et les responsabilités de toutes les parties, et organiser des démonstrations professionnelles et des évaluations des risques pour la sécurité des plans de sécurité des transports. Le plan de garantie de la sécurité des transports et le rapport d'évaluation des risques pour la sécurité doivent être communiqués aux autorités chargées des transports, aux services de sécurité publique et de la police de la circulation, ainsi qu'aux services de gestion des urgences du lieu d'exploitation. Les opérateurs de transport autonome doivent assurer la sécurité des transports. S'il existe des dangers cachés majeurs qui ne peuvent garantir la sécurité des transports, les opérations de transport autonome doivent être suspendues en temps opportun et conformément à la loi.

(3) Gestion des informations sur l'état de fonctionnement

Les opérateurs de transport autonome doivent s'assurer que le véhicule est en bon état technique, et qu'il est utilisé conformément au manuel d'instructions du véhicule. Les véhicules autonomes engagés dans des opérations de transport routier doivent avoir la fonction d'enregistrer, de stocker et de transmettre les informations sur l'état de fonctionnement des véhicules, et de transmettre les informations clés sur l'état de fonctionnement en temps réel aux opérateurs de transport autonome et aux autorités compétentes du lieu d'exploitation. Lorsqu'un véhicule est impliqué dans un accident, ou lorsque la fonction de conduite autonome tombe en panne, les informations sur l'état de fonctionnement dans les 90 secondes au moins avant l'incident doivent être automatiquement enregistrées et stockées. Les informations sur l'état de fonctionnement comprennent, sans s'y limiter, les dix éléments suivants : (1) identification du véhicule (numéro de châssis ou informations sur la plaque d'immatriculation du véhicule, etc.), (2) mode de commande du véhicule, position du véhicule, (3) vitesse du véhicule, (4) accélération, (5) direction de conduite et autres états de mouvement, (6) perception de l'environnement, (7) état en temps réel des feux et des signaux du véhicule, (8) surveillance vidéo à 360 degrés de l'extérieur du véhicule, (9) surveillance vidéo et vocale embarquée qui reflète l'état de l'interaction homme-machine du conducteur, et (10) le cas échéant, les instructions de télécommande reçues par le véhicule et les défauts du véhicule.

(4) Surveillance dynamique du véhicule

Pour que les véhicules soient conformes au texte « Supervision dynamique et mesures de gestion pour les véhicules de transport routier »⁸¹ et aux réglementations nationales, il est

⁸¹ « *Dynamic Supervision and Management Measures for Road Transport Vehicles* » (2016).

nécessaire de renforcer la surveillance dynamique des véhicules autonomes, de surveiller et de gérer la zone d'exploitation du véhicule, les itinéraires d'exploitation et les conditions d'exploitation, et de corriger et traiter rapidement les violations des lois et règlements. Les autorités chargées des transports aux lieux d'exploitation doivent exhorter les opérateurs de transport autonome à renforcer la gestion dynamique des véhicules de transport et du personnel de sécurité.

(5) Avis de sécurité

Les voitures autonomes doivent être marquées de motifs, textes ou couleurs très visibles sur leur carrosserie afin d'informer clairement les autres usagers de la route de leur mode de conduite autonome. Les opérateurs qui utilisent des véhicules autonomes pour effectuer un transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus, un transport de voyageurs en taxi ou un transport routier de voyageurs en autocar doivent informer les voyageurs, par vidéo ou affichage de panneaux, des fonctions de conduite autonome du véhicule, des dispositions sur le comportement des voyageurs en matière de sécurité à bord et sur la manière d'utiliser les installations de sécurité à bord, des moyens d'évacuation d'urgence, etc.

(6) Intervention d'urgence

Les opérateurs de transport autonome doivent dresser des plans d'urgence pour les urgences relatives à l'exploitation des véhicules autonomes, clarifier les types et les niveaux d'urgence, les méthodes de traitement, les procédures d'intervention d'urgence, la répartition des responsabilités, les mesures de sauvegarde, etc., et organiser régulièrement des exercices d'intervention. Lorsqu'une panne de véhicule ou un accident de sécurité survient pendant le fonctionnement d'un véhicule autonome, l'opérateur de transport autonome doit lancer une intervention d'urgence conformément aux exigences du plan d'urgence, et assurer une gestion adaptée des urgences. Si un accident de sécurité impliquant des victimes se produit, l'opérateur doit le signaler et se présenter rapidement au service local des urgences conformément aux réglementations nationales en vigueur.

8. Supervision et gestion

(1) Surveillance quotidienne

Les autorités chargées des transports doivent collaborer avec les services concernés pour renforcer la supervision et la gestion des opérations de transport par véhicule autonome, effectuer une supervision et des inspections conformément aux exigences du principe de « double choix aléatoire » (choix des inspecteurs et des entités à inspecter) et une transparence (publication publique des résultats d'inspection), et exhorter les constructeurs de véhicules autonomes et les opérateurs de transport à respecter strictement les dispositions des autorités et à effectuer les opérations de transport routier conformément aux lois et réglementations nationales en vigueur pour garantir la sécurité des transports. Les autorités locales chargées des transports peuvent prescrire des exigences et des mesures de sécurité plus élevées que celles du présent Guide en fonction des réalités locales.

(2) Rectification des dangers cachés

Si l'utilisation de véhicules autonomes dans les opérations de transport routier présente des risques majeurs pour la sécurité, les autorités chargées des transports au lieu d'exploitation doivent, en collaboration avec les services concernés, ordonner aux constructeurs de véhicules autonomes et aux opérateurs de transport autonome de remédier rapidement à la situation

conformément au cadre légal. Si la sécurité des transports ne peut être garantie, elle doit être traitée conformément aux lois et réglementations telles que la loi sur la sécurité industrielle de la République populaire de Chine, la loi sur la sécurité routière de la République populaire de Chine et les règlements sur le transport routier de la République populaire de Chine.

(3) Retour d'information

Si des défauts techniques, des dangers cachés et des problèmes sont découverts dans des véhicules autonomes pendant leur fonctionnement, les opérateurs de transport autonome doivent fournir un retour d'information aux autorités compétentes conformément à la loi. Les autorités compétentes doivent exhorter les constructeurs automobiles à enquêter rapidement et à prendre des mesures de rectification, éliminer les risques pour la sécurité en temps opportun et assurer la sécurité de l'exploitation. Les autorités de transport dans les zones d'exploitation doivent surveiller et analyser régulièrement les services locaux d'exploitation de conduite autonome pour comprendre la sécurité d'exploitation et les conditions de service d'exploitation. Les autorités provinciales en matière de transport doivent rendre compte au ministère de l'état des opérations de transport de véhicules autonomes sur leur territoire avant la fin de chaque année.

Interprétation du *Guide pour la sécurité du transport en véhicule autonome (projet)*

[Source : Division des services de transport \(5 décembre 2023\)](#)

Récemment, le ministère des Transports a publié le *Guide pour la sécurité du transport en véhicule autonome (projet)* (ci-après dénommé *Guide*). Afin de mieux en comprendre le contenu, l'interprétation suivante est publiée.

1. Contexte de la préparation

Ces dernières années, avec le développement rapide de nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle, les communications 5G et le Big Data, les technologies de la conduite autonome ont hâté leur développement dans le domaine des transports, avec des itérations rapides depuis les essais en site fermé jusqu'aux essais sur route, en passant des essais et des démonstrations aux opérations d'essais commerciaux. Des villes comme Beijing, Shanghai, Guangzhou et Shenzhen ont appliqué des politiques permettant aux véhicules autonomes de participer à des opérations d'essais commerciaux de bus urbains et trolleybus, de taxis et de distribution logistique dans des zones spécifiques et pendant des périodes spécifiques, et les exploitations s'étendent.

Le [Schéma national de planification du réseau de transport tridimensionnel global](#) indique clairement que d'ici à 2035, les technologies de la conduite autonome en Chine atteindront un rang mondial d'avancement. Le [Schéma pour la construction d'une puissance de transport](#) renforcera la recherche et le développement des technologies de la conduite autonome, et formera un écosystème de toute la chaîne industrielle indépendante, contrôlable et complète, élément important pour la construction d'une puissance de transport. À l'heure actuelle, les exigences de base relatives à l'utilisation des véhicules autonomes pour les opérations de transport sont encore floues, ce qui ne répond pas aux besoins d'un développement sain et ordonné des véhicules autonomes, alors que la pression en matière de sécurité augmente de jour en jour. À cette fin, notre ministère a systématiquement analysé les opérations de démonstration et d'essais de véhicules autonomes dans certaines villes, ainsi que les politiques de gestion locales, en se concentrant sur les scénarios d'application, les opérateurs de transport autonomes, les véhicules de transport, les personnels, les garanties de sécurité, la supervision

et la gestion, etc. L'essentiel a été de parvenir à clarifier les exigences de base pour l'utilisation des véhicules autonomes dans les opérations de transport selon le cadre juridique et réglementaire actuel, de guider le développement sain et ordonné des opérations de transport autonome, de prévenir et d'éliminer les risques pour la sécurité des transports dans toute la mesure du possible et de protéger efficacement la sécurité des personnes et des biens.

2. Principes de préparation

Les quatre principes suivants ont été principalement suivis dans le processus de préparation du présent Guide. Le premier consiste à garder la ligne rouge en matière de sécurité : coordonner le développement et la sécurité, clarifier les exigences de sécurité les plus fondamentales pour le transport en véhicules autonomes et garder la ligne rouge de la sécurité du transport en véhicules autonomes.

Le deuxième est de respecter les lois et règlements. Conformément aux lois et réglementations en vigueur, ainsi qu'aux réglementations sur le transport routier et la gestion du transport urbain de voyageurs, tout en garantissant la sécurité des transports, le développement sain et l'application standardisée des véhicules autonomes dans le domaine des services de transport doivent être guidés de manière ordonnée.

Le troisième a trait à l'ouverture et l'inclusion. Au cours du processus de rédaction du document, les pratiques avancées de pays et de régions comme l'Europe, les États-Unis et le Japon ont été pleinement analysées. Les scénarios d'usage sont clarifiés : usage possible, usage avec prudence et usage interdit, en fournissant des orientations pour l'exploitation des véhicules autonomes dans le domaine des services de transport.

Le quatrième a trait à l'intégrité et l'innovation. Nous devons comprendre en profondeur les lois du développement industriel et les tendances du développement technologique, et tout en maintenant la ligne rouge en matière de sécurité des transports, nous devons créer de manière proactive un environnement propice à l'innovation et au développement des technologies de la conduite autonome à haut niveau.

3. Contenu principal

Le présent Guide comprend huit parties : (1) champ d'application, (2) principes de base, (3) scénarios d'application, (4) opérateurs de transport autonome, (5) véhicules de transport, (6) personnel, (7) garantie de la sécurité, (8) supervision et gestion de la sécurité.

La première partie est le champ d'application. Les présentes directives sont applicables à l'utilisation de véhicules autonomes pour le transport urbain de voyageurs en bus et trolleybus, le transport de voyageurs en taxi, le transport routier de voyageurs en autocar et le transport routier de marchandises, sur tous les types de routes où les véhicules à moteur sont utilisés, comme les routes urbaines et les autoroutes.

La deuxième partie présente les principes de base, notamment les principes de gestion du transport des véhicules autonomes et les principes d'utilisation des véhicules autonomes pour les opérations de transport.

La troisième partie concerne les scénarios d'application. En combinant principalement le niveau de développement actuel des véhicules autonomes, les situations d'application de démonstration, les caractéristiques de la sécurité et les besoins de gestion de la sécurité dans divers domaines, les scénarios d'application concernent l'utilisation des bus urbains et trolleybus, des taxis, du transport routier de voyageurs en autocar, des transports routiers de fret

etc. Les conditions applicables à chaque scénario d'application sont clarifiées pour l'exploitation des véhicules autonomes dans des opérations commerciales de transport.

La quatrième partie est destinée aux opérateurs de transport autonomes, la cinquième partie est destinée aux véhicules de transport et la sixième partie est destinée au déploiement du personnel. Elles clarifient principalement les qualifications opérationnelles que les entités commerciales doivent posséder, les qualifications opérationnelles et les exigences en matière d'assurance automobile. Les opérateurs doivent satisfaire les normes d'équipement et les exigences connexes pour les conducteurs de véhicules autonomes et tous les personnels chargés de la sécurité des opérations (collectivement appelés « agents de sécurité ») engagés dans le transport urbain de voyageurs en autobus et trolleybus, le transport de voyageurs en taxi, le transport routier de voyageurs en autocar ou le transport routier de marchandises. Concernant l'objectif d'encourager et de soutenir l'innovation technologique et le développement industriel, il est clair que les véhicules entièrement autonomes affectés au transport de voyageurs en taxi qui répondent à certaines exigences peuvent employer des agents de sécurité à distance.

La septième partie est la garantie de sécurité, qui comprend principalement six aspects. Premièrement, le système de gestion de la sécurité, qui garantit principalement que les opérateurs de transport à conduite autonome mettent en œuvre les principales responsabilités de gestion de la sécurité et clarifie le système de gestion de la sécurité opérationnelle. Le deuxième est la garantie de la sécurité des transports, qui guide principalement les opérateurs de transport autonome pour contrôler la source des risques pour la sécurité. Le troisième est la gestion des informations sur l'état de fonctionnement, qui doit fournir principalement un soutien aux enquêtes et à la traçabilité des pannes de véhicules et des accidents de sécurité. Le quatrième est la surveillance dynamique des véhicules, qui vise principalement à prévenir les accidents de sécurité causés par des violations des lois et réglementations. Le cinquième est la notification de sécurité, pour améliorer principalement la sécurité des voyageurs et les capacités d'évacuation d'urgence en cas d'urgence, et éduquer à la sécurité les voyageurs. Le sixième concerne les interventions d'urgence, visant à améliorer les capacités d'intervention des opérateurs de conduite autonome.

La huitième partie regarde la supervision et la gestion. Elle clarifie principalement les exigences de surveillance quotidienne et de rectification des dangers cachés majeurs, établit un mécanisme de retour d'informations et renvoie les problèmes techniques découverts lors des opérations de transport qui sont liés à la conception et à la fabrication de véhicules autonomes, ce qui est propice à l'élimination à la source des risques pour la sécurité des véhicules et à l'amélioration des performances de sécurité des véhicules autonomes. Dans le même temps, il est précisé que les autorités locales chargées des transports doivent procéder à des inspections des services locaux d'exploitation de conduite autonome, et que les autorités provinciales chargées des transports doivent faire remonter l'état des choses au ministère avant la fin de chaque année.

RETROUVEZ
LES DERNIÈRES ACTUALITÉS
DE FRANCE STRATÉGIE SUR :



www.strategie.gouv.fr



[@Strategie_gouv](https://twitter.com/Strategie_gouv)



[france-strategie](https://www.linkedin.com/company/france-strategie)



[FranceStrategie](https://www.facebook.com/FranceStrategie)



[@FranceStrategie_](https://www.instagram.com/FranceStrategie_)



[StrategieGouv](https://www.youtube.com/StrategieGouv)



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



FRANCE STRATÉGIE

Institution autonome placée auprès du Premier ministre, France Stratégie contribue à l'action publique par ses analyses et ses propositions. Elle anime le débat public et éclaire les choix collectifs sur les enjeux sociaux, économiques et environnementaux. Elle produit également des évaluations de politiques publiques à la demande du gouvernement. Les résultats de ses travaux s'adressent aux pouvoirs publics, à la société civile et aux citoyens.