



Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Erkenntnisse und Massnahmen aus Sicht des ASTRA

**Effets de la conduite automatisée - Conclusions et mesures
du point de vue de l'OFROU**

**Impacts of automated driving - Insights and measures from
the viewpoint of FEDRO**

Bundesamt für Strassen ASTRA

**Forschungsprojekt ASTRA 2017/004 auf Antrag des Bundesamtes für
Strassen (ASTRA)**

Oktober 2020

1691

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)

Auswirkungen des automatisierten Fahrens; Erkenntnisse und Massnahmen aus Sicht des ASTRA

**Effets de la conduite automatisée - Conclusions et mesures
du point de vue de l'OFROU**

**Impacts of automated driving - Insights and measures from
the viewpoint of FEDRO**

Bundesamt für Strassen ASTRA

**Forschungsprojekt ASTRA 2017/004 auf Antrag des Bundesamtes für
Strassen (ASTRA)**

Oktober 2020

1691

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Paketleitung

Hauke Fehlberg
Sigrid Pirkelbauer

Begleitkommission

Präsident

Erwin Wieland, ASTRA

Mitglieder

Annette Antz, SBB Langfristig integrierte Mobilitäts- und Arealentwicklung
Prof. Dr. Dirk Bruckmann, Hochschule Rhein-Waal
Thierry Chanard, GEA valloton et chanard sa
Christian Egeler, Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Burkhard Horn, Mobilität & Verkehr – Strategie & Planung
Dr. Arnd König, Amt für Verkehr, Kanton Zürich
Alexander Lehrmann, Sunrise Communications AG
Markus Liechti, Bundesamt für Verkehr BAV
Martina Mügglar, PostAuto AG, Strategie und Innovation
René Neuenschwander, Ecoplan AG
Dr.-Ing. Thomas Sauter-Servaes, ZHAW School of Engineering

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	4
	Zusammenfassung	7
	Résumé	13
	Summary	19
1	Einleitung	25
2	Überblick über das Forschungspaket	29
2.1	Aufbau des Pakets und Ablauf der Arbeiten	29
2.2	Aufgaben der Teilprojekte	30
2.3	Würdigung des Forschungspakets	32
2.4	Verhältnis zum Forschungspaket Verkehr der Zukunft 2060.....	33
3	Wichtige Erkenntnisse aus der Forschung	35
3.1	Flottendurchdringung mit hoch- und vollautomatisierten Fahrzeugen	35
3.2	Verkehrswirkungen im Siedlungsraum	37
3.3	Kapazitätswirkungen auf Nationalstrassen und im nachgelagerten Strassennetz	38
3.4	Kollektive Formen des Mobilitätsangebots	38
3.5	Wettbewerbsfähigkeit des öffentlichen Verkehrs	40
3.6	Datengesteuertes Verkehrsmanagement	40
3.7	Raumwirkungen	41
3.8	Dynamik und Unsicherheiten in der Entwicklung	42
4	Zielbild für eine erwünschte Entwicklung der Mobilität mit automatisierten Fahrzeugen	43
4.1	Automatisiertes Fahren ist möglich	43
4.2	Umgang mit Mischverkehr ist sichergestellt.....	44
4.3	Kollektive Nutzung von automatisierten Fahrzeugen ist unterstützt	45
4.4	Gravierendste Engpässe auf dem Nationalstrassennetz sind beseitigt	46
4.5	Öffentlicher Verkehr geht aus Transformation gestärkt hervor	47
4.6	Der Verkehr wird vorausschauend gelenkt	48
4.7	Staat und AF-Stakeholder handeln agil	48
5	Massnahmen zum Erreichen des Zielbildes	51
5.1	Staatliches Handeln ist nötig.....	51
5.2	Fünf Handlungsfelder sind betroffen	51
5.3	Einführung automatisierter Fahrzeuge ist ermöglicht	53
5.4	Mischverkehr ist ermöglicht und die Phase mit Mischverkehr verkürzt	54
5.5	Kollektive Nutzung ist gefördert und multimodal integriert.....	54
5.6	Potenzial zur effizienten Nutzung der Verkehrsflächen und Verkehrsangebote ist genutzt.....	55
5.7	Öffentlicher Verkehr ist gestärkt.....	56
5.8	Agilität im Vorgehen und Verhalten	56
6	Schlussbetrachtungen	57
	Anhänge	61
	Glossar	67
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	70

Résumé

Programme de recherche sur les effets de la conduite automatisée

La numérisation va faire évoluer profondément la mobilité dans les années et décennies à venir. L'influence de la conduite automatisée pourrait bien être particulièrement importante à cet égard. Si l'utilisation de véhicules automatisés présente des opportunités considérables, elle comporte également des risques. L'utilisation des véhicules, selon qu'elle sera essentiellement collective ou individuelle, contribuera largement à faire pencher la balance dans un sens ou dans l'autre.

L'Office fédéral des routes (OFROU) prend ces nouveaux défis à bras le corps depuis plusieurs années déjà. Dans le cadre de ces activités, il a lancé et conduit le programme de recherche sur les effets de la conduite automatisée. Les résultats de ce programme montrent que l'État ne peut pas simplement se confier à lui-même la tâche d'introduire des véhicules automatisés ni laisser au marché le soin de le faire. Afin d'encadrer les évolutions prévisibles, il doit régler suffisamment tôt et accompagner le changement.

Le présent cadre d'action synthétise les principaux enseignements tirés des six projets de recherche par l'autorité compétente en matière d'infrastructure et de circulation routières et en dégage des principes d'action ainsi que des mesures. Il s'adresse en premier lieu à l'OFROU, et seulement ensuite à l'administration fédérale. Il renseigne les autres parties prenantes sur les réflexions qui guideront l'OFROU dans le cadre de l'introduction de la conduite automatisée. Un rapport de synthèse sur le programme de recherche et les rapports finaux des projets partiels sont fournis séparément.

Enseignements et principes d'action

Les véhicules automatisés mettent plus de temps que prévu à s'imposer dans le parc automobile

Les études révèlent que les véhicules hautement ou entièrement automatisés mettent plus de temps que prévu à s'imposer dans le parc automobile. Selon les hypothèses avancées, 40 à 70 % des véhicules seront encore conduits par des êtres humains en 2050. Cette large fourchette montre qu'il est possible d'influer sur la rapidité avec laquelle les véhicules automatisés feront leur percée dans le parc automobile.

La Suisse doit donc se préparer à une longue période durant laquelle coexisteront des véhicules disposant de niveaux d'automatisation variables et des véhicules traditionnels, y compris sur les routes à l'extérieur des localités. À l'intérieur des localités, le trafic mixte avec les piétons et les conducteurs de deux-roues constitue un défi permanent. Dans les deux cas, il s'agira de trouver des solutions qui permettront à tous les usagers de la route de cohabiter efficacement et en toute sécurité.

Les véhicules automatisés sont susceptibles de générer un trafic supplémentaire considérable

L'utilisation de véhicules automatisés est non seulement très attrayante, mais également bon marché dans le cas des taxis automatisés. Si elle n'est pas régulée, elle génèrera un trafic supplémentaire excessif que les villes et les agglomérations en particulier ne seront pas en mesure de gérer. Pour prévenir un tel scénario, il est impératif de promouvoir une utilisation collective des véhicules hautement automatisés. En complément, il est nécessaire de disposer d'instruments efficaces pour influencer sur la demande de transport.

Des goulets d'étranglement subsistent sur le réseau routier

Pour pouvoir exploiter le potentiel des véhicules automatisés en matière d'optimisation de l'utilisation des aires de circulation, il est nécessaire que le taux de pénétration des véhicules automatisés dans le parc automobile soit élevé. D'ici à 2050, ce taux ne suffira pas à éliminer les goulets d'étranglement prévisibles sur le réseau routier. Entre-temps, les augmentations de capacité potentielles et la proportion accrue de véhicules autonomes collectifs vont certes légèrement réduire les embouteillages sur les routes nationales et le réseau secondaire malgré la poursuite de la croissance globale du trafic, mais elles ne feront pas disparaître les goulets d'étranglement. Par ailleurs, l'exploitation des autoroutes devra être plus flexible pour permettre l'introduction progressive de véhicules automatisés. Ces deux aspects requièrent un nouvel aménagement ciblé du réseau routier.

De nouvelles formes d'offres de mobilité collective porteuses d'opportunités

La numérisation et l'automatisation ouvrent la voie à de nouvelles formes prometteuses de mobilité collective. Les nouvelles possibilités offertes permettent d'accroître considérablement l'efficacité du processus de mobilité et peuvent contribuer à ce que les particuliers achètent moins de véhicules automatisés. Cela nécessite que les services commerciaux de transport collectif fonctionnant avec des véhicules hautement automatisés soient autorisés et pleinement intégrés dans le système de mobilité multimodal.

Les transports publics « classiques » subissent une concurrence féroce

Les véhicules automatisés vont rendre la mobilité individuelle encore plus attrayante et meilleur marché. Les flottes de taxis automatisés collectifs vont faire sérieusement concurrence aux transports publics classiques, même dans les zones très urbanisées. Pour rester concurrentiels, les transports publics devront exploiter pleinement les possibilités offertes par la numérisation et l'automatisation afin d'être encore plus efficaces et de développer leurs offres. Les pouvoirs publics devront apporter leur soutien en introduisant des instruments de pilotage efficaces et en défendant la compétitivité des offres de mobilité collective.

Le covoiturage prend de l'ampleur

L'augmentation du taux d'occupation des véhicules, notamment grâce au covoiturage (au sens de ride-pooling), est une solution de premier plan pour gérer la mobilité avec des véhicules automatisés. Cependant, il manque actuellement des modèles de simulation permettant de développer un modèle commercial à succès. Par ailleurs, il est nécessaire que le covoiturage soit beaucoup mieux accepté pour réunir un grand nombre de passagers potentiels prêts à voyager ensemble ou à utiliser une offre à la demande.

Des données supplémentaires ouvrent des perspectives pour la gestion du trafic

Les véhicules automatisés génèrent des données détaillées et parfois nouvelles. Celles relatives aux déplacements des véhicules et aux destinations souhaitées des passagers sont particulièrement intéressantes. Associées à la possibilité d'influencer les véhicules automatisés directement depuis l'extérieur, ces données ouvrent de nouveaux horizons dans l'optique d'une gestion anticipative et plus efficace du trafic. Il s'agira d'exploiter ce potentiel sur l'ensemble des modes de transport.

Pas de vecteur important favorisant un nouveau mitage

En Suisse, près d'un tiers des navetteurs exercent des activités qui ne peuvent être accomplies en voiture. En outre, l'analyse montre que la longueur, la durée et les parties sur autoroute d'un trajet classique de navetteur ne se prêtent pas au travail dans la voiture.

De ce fait, le potentiel d'utilisation du temps passé à faire la navette (ou des autres heures passées en déplacement) dans des véhicules automatisés pour travailler est faible dans un pays aussi petit et montagneux que la Suisse. Selon toute vraisemblance, la conduite automatisée en Suisse ne devrait donc pas être un vecteur important favorisant le mitage des zones rurales. Il faudra toutefois surveiller de près l'évolution de la situation.

Les évolutions rapides et les incertitudes requièrent une certaine flexibilité

À l'heure actuelle, il est impossible d'évaluer de manière véritablement fiable l'impact des véhicules automatisés ; les indications figurant dans le rapport sont des estimations fondées. Compte tenu de ces incertitudes, tous les acteurs concernés doivent faire preuve d'une grande flexibilité et contrôler régulièrement la solidité des hypothèses avancées. Pour pouvoir fixer un cadre correctement et édicter des règles vouées à donner de bons résultats, les autorités doivent être en mesure de capitaliser des expériences pratiques en matière d'utilisation de véhicules (hautement) automatisés sur les routes suisses.

Scénario optimal concernant l'évolution souhaitée de la mobilité avec des véhicules automatisés

Le scénario optimal correspond à la situation souhaitable pour un système de transport routier avec des véhicules automatisés à l'horizon 2050. Il se focalise sur les questions de circulation liées à la conduite automatisée. D'autres aspects importants tels que la protection du climat ou l'efficacité énergétique ont été délibérément laissés de côté, d'une part pour que la complexité du scénario reste modérée et, d'autre part, en raison de l'intime conviction que la gestion des problématiques liées au trafic nécessitera inévitablement des gains d'efficacité considérables, qui profiteront autant au climat qu'à l'efficacité énergétique.

La conduite automatisée, c'est possible

En 2050, des véhicules automatisés et interconnectés électroniquement sont utilisés en Suisse pour le transport de personnes et de marchandises. La plate-forme de données intelligente et exploitée conjointement par toutes les parties prenantes livre les données et les informations nécessaires à la sécurité de fonctionnement de ces véhicules. En cas de dysfonctionnements des dispositifs d'automatisation, des systèmes de secours s'activent.

La cohabitation de l'ensemble des usagers de la route est garantie

La promotion systématique des véhicules automatisés collectifs a entraîné un renouvellement rapide du parc automobile et raccourci la phase de cohabitation du trafic mixte sur les autoroutes et les routes en rase campagne. Grâce au taux de pénétration élevé des véhicules automatisés dans le parc automobile, les capacités sont nettement mieux utilisées sur ces routes et la sécurité routière s'en trouve considérablement améliorée.

Dans les zones urbanisées, le trafic mixte incluant les piétons et les cyclistes constitue un défi particulier et permanent. Les véhicules automatisés y sont soumis à des règles spécifiques qui tiennent compte de la forte densité et de la diversité des usagers de la route.

Tous les usagers de la route sont sensibilisés aux particularités des véhicules automatisés et disposent des informations nécessaires pour adopter un comportement sûr. Pour faire face aux risques élevés au moment de l'introduction de ces véhicules, le trafic fait l'objet d'une surveillance renforcée durant cette phase et des mesures correctives sont prises au besoin pour intervenir directement sur certains véhicules.

Une proportion non négligeable de véhicules automatisés est utilisée de manière collective

De nouveaux logiciels destinés au covoiturage (ride-pooling) ont contribué à l'essor des taxis collectifs utilisant des véhicules automatisés. Ces offres à la demande novatrices et rentables sont si commodes et bon marché que peu de personnes continuent d'utiliser les véhicules automatisés à titre privé. Grâce à ces « moyens de transport collectifs commerciaux », un troisième mode de transport s'est imposé au milieu des moyens de transport individuels privés et des transports publics classiques. La nouvelle offre est totalement intégrée à la mobilité multimodale.

Les goulets d'étranglement les plus sévères sont éliminés sur le réseau des routes nationales

Les points névralgiques du réseau des routes à grand débit ont été élargis conformément au programme d'infrastructure de la Confédération. Les voies de circulation supplémentaires sont réservées dès le départ aux véhicules automatisés dont le taux d'occupation est élevé. Si la situation venait une nouvelle fois à se dégrader, seuls les véhicules automatisés et transportant suffisamment de passagers seraient autorisés à circuler aux points névralgiques du réseau des routes nationales.

Les transports publics sortent renforcés de la transformation du système

Les transports publics classiques ont pleinement utilisé la numérisation et l'automatisation pour continuer d'améliorer leurs offres et réduire les coûts de production. Le chemin de fer est le moyen de transport privilégié pour les longs trajets collectifs. En ville et dans les zones rurales, des offres avec des véhicules plus petits mais beaucoup plus flexibles et adaptés aux besoins ont complété les offres antérieures et les ont même en partie remplacées.

Les autorités suivent très attentivement l'évolution des prix des services de transport. Elles interviennent si l'écart de prix entre les transports individuels et les transports collectifs se creuse. Les gains de productivité résultant de l'automatisation sont une chance pour elles ; les effets monétaires des gains d'efficacité peuvent progressivement être utilisés pour internaliser les coûts externes du trafic. Les autorités utilisent l'augmentation des redevances pour influencer sur les habitudes de déplacement de la population au profit de tous.

Les autorités assurent une gestion proactive du trafic

En Suisse, la gestion du trafic est assurée par des autorités neutres et désintéressées sur le plan économique. Une gestion proactive du trafic permet d'optimiser l'utilisation des offres de transport sur l'ensemble des modes de transport et des réseaux routiers. Les améliorations ainsi obtenues profitent à tous les usagers de la route de la même manière.

L'État et les parties prenantes font preuve de flexibilité

Le système de transport est coordonné au niveau international. Il est tout à fait possible d'effectuer des transports transfrontaliers et d'importer des véhicules automatisés. Les autorités acquièrent en permanence des expériences pratiques avec les véhicules automatisés sur le réseau routier public, ce qui leur permet de concevoir les mesures et les réglementations nécessaires de façon judicieuse et raisonnable.

Champs d'action

Pour faire en sorte que l'efficacité de l'automatisation cadre avec les objectifs fixés, il est nécessaire d'agir dans plusieurs domaines. Les champs d'action se concentrent sur les activités des pouvoirs publics dans les domaines thématiques traités dans les projets partiels du programme de recherche. D'autres aspects importants tels que la protection du climat, l'efficacité énergétique ou la promotion de certaines technologies ne font pas l'objet de la présente réflexion.

Les milieux politiques et les autorités doivent agir dans cinq domaines :

- **Permettre l'introduction de véhicules automatisés** : il est impératif d'autoriser rapidement l'utilisation de véhicules automatisés en Suisse. Pour ce faire, il faut créer le cadre réglementaire nécessaire et l'adapter aux besoins de la société. En parallèle, les instances compétentes doivent créer les conditions nécessaires à l'utilisation de véhicules automatisés, tant du point de vue des infrastructures que de l'exploitation. Le lancement de la plate-forme de données exploitée conjointement avec d'autres parties prenantes en vue de fournir les données nécessaires en fait partie. Ce champ d'action constitue le socle de toutes les autres actions des pouvoirs publics.

- **Assurer la gestion du trafic mixte et raccourcir la phase de circulation en trafic mixte** : la Suisse doit se préparer à une longue phase de circulation en trafic mixte, même sur les autoroutes et les routes en rase campagne. Dans les zones urbanisées, les véhicules automatisés devront s'accommoder durablement des piétons et des conducteurs de deux-roues. Il conviendra de prendre les mesures nécessaires pour que l'ensemble des usagers de la route coexistent toujours harmonieusement et en toute sécurité. Dans le même temps, il s'agira de créer le cadre permettant aux véhicules (hautement) automatisés de s'imposer le plus rapidement possible dans le parc automobile suisse.
- **Promouvoir un usage collectif des véhicules automatisés et intégrer ces derniers dans le système global de transport** : dans toute la mesure du possible, les véhicules automatisés devront être utilisés de manière collective. Le cadre réglementaire actuel devra être adapté de sorte à permettre l'apparition de nouvelles formes d'offres collectives, que ce soit dans les transports privés commerciaux ou dans les transports publics. En parallèle, les pouvoirs publics créeront des conditions propices à l'intégration des véhicules automatisés collectifs dans le système global de transport.
- **Garantir une utilisation efficace des aires de circulation** : le potentiel qu'offrent les véhicules automatisés en vue d'une utilisation plus efficace des aires de circulation existantes devra être pleinement exploité. À cet effet, il est nécessaire que les véhicules hautement automatisés s'imposent autant que possible dans le parc automobile suisse, en particulier sur les autoroutes et les routes en rase campagne. Pour favoriser cette percée des véhicules automatisés, il faut veiller à conserver la souplesse nécessaire en matière d'exploitation sur le réseau des routes à grand débit. Les données et informations supplémentaires fournies par les véhicules automatisés devront être utilisées pour la mise en place et l'exploitation d'une gestion proactive et intermodale du trafic.
- **Exploiter de nouvelles formes d'offres pour renforcer les transports publics classiques** : l'offre ferroviaire sera encore étendue pour les flux de trafic qui peuvent être regroupés dans une large mesure. Afin de développer le trafic à grande échelle, il faudra mettre en place des mesures qui inciteront à compléter et éventuellement remplacer les offres existantes des transports publics classiques par de nouvelles offres mieux adaptées aux besoins et moins chères. Dans le même temps, les pouvoirs publics veillent à ce que la mobilité ne devienne pas encore moins chère du fait de l'automatisation et que l'écart de prix entre les transports individuels et collectifs demeure contenu. Ils utilisent les redevances pour réguler plus efficacement le trafic.

Étant donné que la conduite automatisée évolue à la vitesse grand V et comporte une grande part d'incertitudes, les mesures doivent être mises en œuvre de manière extrêmement flexible, ce qui implique de mener des expériences de façon responsable, d'intervenir rapidement et d'adopter dans les meilleurs délais les mesures correctives nécessaires.

Mesures

Les mesures propres à chaque champ d'action concernent les thématiques suivantes :

Champ d'action « Permettre l'introduction de véhicules automatisés »

- Garantir la collaboration, créer des bases, préparer des réglementations
- Informer et impliquer la population
- Permettre une mise en réseau ou une conduite coopérative
- Mettre en place des infrastructures numériques pour la conduite automatisée

Champ d'action « Assurer la gestion du trafic mixte et raccourcir la phase de circulation en trafic mixte »

- Garantir la fluidité du trafic et la sécurité routière pour le trafic mixte
- Accélérer la percée des véhicules automatisés dans le parc automobile

Champ d'action « Promouvoir un usage collectif des véhicules automatisés et intégrer ces derniers dans le système global de transport »

- Encourager une utilisation collective des véhicules automatisés
- Intégrer de nouveaux modèles d'utilisation dans la mobilité multimodale

Champ d'action « Garantir une utilisation efficace des aires de circulation »

- Éliminer les goulets d'étranglement résiduels, accroître la flexibilité opérationnelle
- Développer une gestion proactive du trafic

Champ d'action « Exploiter de nouvelles offres pour renforcer les transports publics classiques »

- Élargir et améliorer les offres des transports publics classiques
- Introduire des systèmes de tarification efficaces

Champ d'action « Faire preuve de flexibilité dans la façon de procéder et dans l'attitude »

- Garantir une certaine flexibilité dans la législation et dans la façon de procéder
- Réaliser des tests pratiques des véhicules hautement automatisés dans les conditions fixées par la Suisse

Besoins en matière de recherche

D'autres besoins en matière de recherche sur la conduite automatisée ont été identifiés dans les domaines de la sécurité routière, de la fonctionnalité, de l'acceptation par le public et de la modélisation du trafic.

Conclusion

L'introduction de véhicules automatisés est inévitable ; elle prendra du temps et donnera lieu à une période de transition complexe. Les avantages l'emporteront toutefois sur le long terme. La Suisse doit se préparer de manière proactive aux nouvelles situations qui se présenteront. Le présent cadre d'action sert de guide à cette fin.