

Utilisation de véhicules automatisés au quotidien: les applications envisageables et leurs effets en Suisse

Rapport final sur le module 3d «Villes et agglomérations»
Version définitive du 30 août 2018



Groupe d'accompagnement du projet

composé de représentantes et représentants des institutions suivantes

Union des villes suisses (UVS)

Ville de Berne (Planification de la circulation)

Bernmobil

Ville de Zurich (Service des transports, Office des ponts et chaussées, transports publics zurichois)

Canton de Saint-Gall (Office des ponts et chaussées, Département des travaux publics et des transports)

Canton de Zurich (Office des transports)

Canton de Bâle-Ville (Section mobilité)

CarPostal Suisse SA

Ville de Winterthur (Office de l'urbanisme, planification des transports)

Ville de Zoug

Ville de Saint-Gall (Office de l'environnement et de l'énergie)

Commune de Regensdorf

Team de projet

Dr Christof Abegg

Camille Girod

Kaspar Fischer

Nadina Pahud

Lorenz Raymann

Fabienne Perret

EBP Schweiz AG

Mühlebachstrasse 11

8032 Zurich

Suisse

Téléphone: +41 44 395 16 16

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Impression: 4. septembre 2018

Fichier: 3d_Villes-agglomerations_Rapport-final_2018-08-30.docx

Summary

Situation initiale et mission

La présente étude d'approfondissement établie dans le cadre du projet d'étude du BaslerFonds «Utilisation de véhicules automatisés au quotidien – les applications envisageables et leurs effets en Suisse» analyse les effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur les espaces urbains en Suisse. Ces effets se reflètent à deux échelles spatiales: d'une part à petite échelle au sein des villes et des agglomérations, par exemple sur l'espace urbain, et d'autre part, également à grande échelle sur la structure du milieu bâti.

L'étude s'appuie sur les hypothèses et les constatations issues de l'étude de base ainsi que des autres modules d'approfondissement¹. Elle considère les effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur le trafic dans l'espace urbain et les espaces de mobilité dans des villes et des agglomérations. Force est de constater que ces effets diffèrent selon la fonction d'un espace routier et dépendent du contexte respectif lié aux affectations limitrophes et à la «mobilité vécue». Pour l'analyse spatiale, cinq types d'espaces de mobilité ont donc été distingués: axe de circulation principal, artère centrale, route de quartier, zone artisanale et centre de transport multimodal.

Effets dans les villes et les agglomérations

Les changements probables dans des villes et agglomérations qui résultent d'un état d'automatisation complète sont décrits au vu des différents types de trafic. Les chances et les risques qui en découlent sont différenciés selon les espaces considérés. L'illustration 1 présente un aperçu des espaces de mobilité susceptibles d'être particulièrement concernés par les changements subis par les différents types de trafic.

	Trafic fluide	Véhicules en stationnement	Trafic collectif	Trafic piétonnier et cycliste	Trafic de marchandises
Axe de circulation principal	●	●	●	●	●
Artère centrale	●	●	●	●	●
Route de quartier	●	●	●	●	●
Zone artisanale	●	●	●	●	●
Centre de transport multimodal	●	●	●	●	●

Illustration 1: Importance des changements subis par les types de trafic dans chaque espace de mobilité

¹ Les autres modules d'approfondissement traitent les thèmes suivants: technique des transports; données et infrastructures informatiques; formes d'offres possibles dans les transports collectifs (transports publics et transports individuels publics); ressources, environnement, climat; transport de marchandises, logistique des centres-villes (rues et routes)

Le tableau permet de constater dans quelle mesure les espaces de mobilité sont concernés au niveau spatial au sein des villes et agglomérations. D'une manière générale, les axes de circulation principaux et les zones artisanales sont les moins touchés étant donné leur moindre complexité. En revanche, sur les artères centrales, aux nombreuses fonctions et affectations essentielles pour le développement urbain, plusieurs effets probables sur la circulation routière se superposent. Il s'agit toutefois d'attirer l'attention sur le fait que la fonctionnalité d'un système de trafic global urbain résulte de l'interaction de tous les modes de transport et de l'ensemble des espaces partiels.

Pour les villes et les agglomérations, la conduite automatisée comporte des chances potentielles mais aussi des risques et défis prévisibles. Comme les réunions de travail avec le groupe d'accompagnement du projet l'ont montré, un certain scepticisme règne chez les représentantes et représentants des villes et des agglomérations impliquées dans le projet en ce qui concerne les effets imaginables. Du point de vue des villes, l'effet à long terme dépendra fondamentalement de l'exploitation des avantages de la conduite automatisée dans le but de renforcer les transports collectifs. En revanche, l'augmentation probable de l'attrait (relatif) du TIM s'accompagnera d'effets indésirables. Les villes et agglomérations envisagent ainsi de manière particulièrement critique une éventuelle altération du trafic piétonnier et cycliste ainsi que l'aménagement des espaces publics. D'autre part, un autre défi sera aussi de savoir exploiter la grande opportunité qui découle des éventuels gains d'efficacité dans le trafic motorisé au profit du trafic piétonnier et cycliste.

À l'heure actuelle, des incertitudes manifestes entourent encore l'évaluation des effets envisageables dans les villes et agglomérations de par les inconnues des développements technologiques. Par ailleurs, au niveau spatial, les effets sur le territoire résultants de l'utilisation des véhicules automatisés ne peuvent pratiquement pas être analysés de manière isolée. Pour la mise en place complète de la conduite automatisée, le système de transport d'une ville doit être planifié à long terme, et est par conséquent influencé par un grand nombre d'autres évolutions au niveau des transports, de la société ou de l'économie. En outre, la cohabitation de véhicules appartenant aux différents niveaux d'automatisation, avec des véhicules non-automatisés et d'autres usagers de la route caractérisera encore pendant des décennies le paysage des transports dans les villes et agglomérations.

Possibilités d'action

Le principal défi pour les villes et les agglomérations est et reste la mise en place d'un trafic respectueux de l'espace urbain et de l'environnement. Les possibilités d'action en ce qui concerne l'utilisation de véhicules automatisés doivent donc être intégrées dans une considération globale plus vaste qui regroupe des aspects de planification en termes de trafic, de territoire et d'aménagement urbain. Le rapport détaillé formule dix orientations stratégiques et les mesures envisageables correspondantes pour les villes et agglomérations.

- **Planifier la mobilité de manière globale et respectueuse de la ville:** il s'agit de réfléchir dans quelle mesure la conduite automatisée peut contribuer à une mobilité adaptée à la ville.
- **Tester des possibilités, échanger des expériences et élargir les connaissances:** il est possible d'acquérir des expériences et de faire des constatations relatives aux effets en termes de trafic et de territoire. Un échange entre les villes ainsi que la Confédération et les cantons permet d'exploiter des synergies tout en contribuant à un développement progressif du niveau de connaissances.
- **Intégrer les besoins et les requêtes des villes et agglomérations:** il est recommandé aux villes et aux agglomérations de suivre activement les développements et applications de la conduite automatisée, d'échanger leurs connaissances et leurs expériences et d'entretenir une formation d'opinion commune. C'est sur cette base qu'elles peuvent faire valoir leurs besoins et leurs requêtes auprès de la Confédération et des cantons.
- **Entretenir les discussions avec la population et augmenter la sensibilisation:** une discussion publique à tous les niveaux augmente la sensibilisation à la thématique de la conduite automatisée et permet de tenir un débat à large assise en ce qui concerne les influences et les effets sur le trafic et l'espace urbain.
- **Limiter le surplus de trafic:** les nouvelles offres de mobilité basées sur des véhicules automatisés ainsi que la possibilité d'effectuer des trajets à vide peuvent induire un surplus de trafic. Une réduction et une meilleure maîtrise de ce surplus de trafic sont réalisables à l'aide de mesures appropriées.
- **Renforcer les offres de transport collectif:** en tant que mode de transport de surface le plus efficace, il faut que les trafics collectifs (TP et TIP²) continuent d'être attractifs, abordables et efficaces et que la répartition modale soit influencée en faveur des formes de mobilité durable comprenant des offres intéressantes.
- **Gérer et contrôler intelligemment les flux de trafic:** une pénétration massive des véhicules automatisés et une interconnexion dense permettent de gérer et de contrôler intelligemment les flux de trafic. Les pics de la demande peuvent ainsi être mieux influencés dans le temps et l'espace.
- **Optimiser l'utilisation des surfaces publiques et privées:** les concepts de stationnement doivent être adaptés aux véhicules automatisés. Les surfaces de stationnement libérées peuvent servir à d'autres fonctions de l'espace urbain. En complément, il convient de développer des concepts relatifs aux zones d'arrêt et aux surfaces de transbordement pour le transport collectif et le transport individuel.

² Par rapport aux TP, le TIP se distingue par une flexibilisation des heures de départ (demande de trafic), du trajet/ligne, des arrêts variables (sans arrêts fixes) ou d'une combinaison de ces éléments. Les offres de pooling publiques font aussi partie du TIP. Ici, on constate toutefois une transition fluide vers le trafic privé.

- **Garantir la sécurité de tous les usagers du trafic:** en prenant des mesures adaptées, les problèmes de sécurité peuvent être réduits tant pendant la phase transitoire de trafic mixte que pendant la phase d'automatisation complète.
- **Contribuer à une logistique de centres villes respectueuse de l'espace urbain:** les villes et les agglomérations peuvent d'une part soutenir les efforts du secteur privé visant à mettre en place dans l'espace urbain des concepts de livraison de marchandises efficaces et d'autre part, les réglementer pour en assurer leur compatibilité avec l'espace urbain.

Effets à grande échelle sur la structure du milieu bâti

La structure de l'espace devrait subir des changements majeurs notamment liés aux modifications de l'accessibilité dans le TIM. Les espaces ruraux devraient en tirer le plus grand profit par des gains d'accessibilité substantiels. L'utilisation du temps de trajet continuera de renforcer l'attrait du trafic pendulaire vers les espaces centraux. C'est tout particulièrement dans les zones rurales pauvres en offres de TP, que des groupes d'utilisateurs supplémentaires comme les enfants ou les personnes âgées pourront améliorer leur mobilité.

En revanche, dans les villes et agglomérations, les gains d'accessibilité devraient être plus faibles voire même négatifs. En effet, les encombrements pourraient augmenter compte tenu du surplus de trafic estimé et des capacités limitées. À cela vient s'ajouter le risque que le surplus de trafic et la faible distance inter-véhicules réduisent la qualité de vie et de séjour.

En raison du décalage de l'attrait relatif, les zones rurales peuvent redouter un mitage du paysage soutenu ou accru. On peut toutefois escompter que les gains d'efficacité dans le TP et les nouvelles formes d'offres dans le TIP assureront l'attrait des espaces urbains et continueront à renforcer les tendances d'urbanisation existantes. En ce qui concerne les effets sur la structure du milieu bâti, l'interaction et la concurrence entre le TIM et le trafic collectif (TP, TIP) seront déterminants. On ne peut toutefois pas escompter que la mobilité automatisée à elle seule puisse modifier fondamentalement le rapport entre les espaces. D'autres effets tels que l'évolution démographique, la numérisation et les chaînes de plus-value modifiées ou encore les influences climatiques marqueront pour le moins dans un même ordre de grandeur le développement structurel de l'espace.

La question de savoir dans quelle mesure les ajustements de l'attrait entre les espaces en raison de la conduite automatisée se répercuteront à grande échelle, dépendra en majeure partie des réglementations applicables à ce mode de conduite ainsi qu'à la gestion du trafic et à l'aménagement du territoire. Cela exige une planification harmonisée du trafic et du territoire qui tient compte des effets envisageables de la conduite automatisée. Dans ce contexte, la conduite automatisée offre la chance d'optimiser les chaînes de mobilité intermodale, d'améliorer la liaison entre les différents modes et moyens de transport et d'intégrer les groupes d'utilisateurs qui, jusqu'à ce jour, ne disposaient pas d'auto-mobilité.

Table des matières

1.	Introduction	7
1.1	Étude globale «Utilisation de véhicules automatisés au quotidien»	7
1.2	Objectifs et procédure	7
<hr/>		
2.	Conduite automatisée: hypothèses et enseignements issus de l'étude de base	9
2.1	Délimitation de la «conduite automatisée»	9
2.2	Niveaux d'automatisation dans le trafic routier	10
2.3	La storyline: une voie de développement imaginable	12
<hr/>		
3.	Effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur le système de transport dans les villes et agglomérations	16
3.1	Effets sur le système de transport: enseignements essentiels issus du projet global	16
3.2	Effets sur l'infrastructure de transport	18
<hr/>		
4.	Effets de l'utilisation de véhicules automatisés dans les villes et agglomérations	26
4.1	Trafic en circulation	26
4.2	Véhicules en stationnement	28
4.3	Trafic collectif (TP et TIP)	29
4.4	Trafic piétonnier et trafic cycliste	30
4.5	Trafic de marchandises	31
4.6	Aperçu des effets	33
<hr/>		
5.	Possibilités d'action	35
5.1	Planifier la mobilité globalement et de manière compatible pour l'espace urbain	35
5.2	Tester les possibilités, échanger les expériences et élargir le savoir	36
5.3	Intégrer les besoins et les requêtes des villes et agglomérations	36
5.4	Entretenir les discussions avec la population et augmenter la sensibilisation	37
5.5	Limiter le surplus de trafic	38
5.6	Renforcer les offres de transport collectif	38
5.7	Gérer et contrôler intelligemment les flux de trafic	39
5.8	Optimiser l'utilisation des surfaces publiques et privées	39
5.9	Garantir la sécurité de tous les usagers de la route	40
5.10	Contribuer à une logistique de centres-villes respectueuse de l'espace urbain	40

6.	Effets à grande échelle sur la structure du milieu bâti	41
6.1	Hypothèses et constatations issues de l'étude de base	41
6.2	Types d'espaces	41
6.3	Effets sur le trafic résultant de l'utilisation de véhicules automatisés et leurs effets dans les types d'espaces	42
6.4	Conclusion	44

Annexes

A1	Niveaux d'automatisation dans le trafic routier	47
A2	Effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur le système de transport	48
A3	Effets sur le paysage de la mobilité: axe de circulation principal	49
A4	Effets sur le paysage de la mobilité: artère centrale	50
A5	Effets sur le paysage de la mobilité: route de quartier	51
A6	Effets sur le paysage de la mobilité: zone artisanale	52
A7	Effets sur le paysage de la mobilité: centre de transport multimodal	53
A8	Bibliographie	54

1. Introduction

1.1 Étude globale «Utilisation de véhicules automatisés au quotidien»

Le BaslerFonds, l'Union des villes suisses, quatre villes, quatre cantons, six entreprises de transport et d'autres institutions élaborent ensemble avec le soutien de la société EBP l'étude «Utilisation de véhicules automatisés au quotidien: les applications envisageables et leurs effets en Suisse». L'étude se focalise sur les applications possibles et les effets de l'utilisation de véhicules automatisés pour la mobilité quotidienne en Suisse.

Objectif de l'étude

En date du 24 octobre 2017, le rapport de base relatif aux applications envisageables et aux effets en Suisse a été présenté au public. Ce document récapitule des bases techniques dans plusieurs domaines thématiques avec une voie de développement réaliste pour l'utilisation de véhicules automatisés en Suisse. Les enseignements issus du rapport de base Phase A représentent les bases essentielles pour les travaux d'approfondissement de la Phase B.

Rapport de base
Phase A

Les travaux d'approfondissement s'effectuent dans les six modules thématiques suivants:

Travaux
d'approfondissement
Phase B

- a) Technique des transports (route)
- b) Données et infrastructures informatiques
- c) Formes d'offres envisageables pour les transports collectifs (TP et TIP³)
- d) Villes et agglomérations**
- e) Ressources, environnement et climat
- f) Transports de marchandises, logistique des centres-villes (route)

L'objectif de toutes les thématiques d'approfondissement consiste à identifier les avantages ainsi que les opportunités et défis liés au thème respectif et, par ailleurs, à définir des options d'action pour les acteurs responsables.

Objectif des thématiques
d'approfondissement

1.2 Objectifs et procédure

L'objectif du module 3d «Villes et agglomérations» est d'analyser les effets de la conduite automatisée sur les espaces urbains en Suisse. Ces effets se reflètent à deux échelles spatiales :

Identifier les effets
sur l'espace urbain

- Effets à petite échelle sur l'espace urbain dans les villes et agglomérations
- Effets à grande échelle sur la structure du milieu bâti en Suisse.

³ Par rapport aux TP, le TIP se distingue par une flexibilisation des heures de départ (trafic à la demande), du trajet/ligne, des arrêts variables (sans arrêts fixes) ou d'une combinaison de ces éléments. Les offres de covoiturage publiques font aussi partie du TIP. Ici, on constate toutefois une transition fluide vers le trafic privé.

En accord avec le groupe d'accompagnement et de pilotage, le module 3d met l'accent principalement sur les effets à petite échelle sur l'espace urbain.

Il s'agit avant tout d'inclure dans la réflexion les enseignements issus de la phase A ainsi que des autres modules d'approfondissement de la phase B relatifs aux effets de la conduite automatisée sur le trafic du point de vue des villes et agglomérations. Le module 3d regroupe donc les principaux enseignements issus de tous les modules thématiques pour les villes et agglomérations.

Étude de base et modules d'approfondissement comme base

Une procédure qui se reflète dans la structure du présent rapport a été choisie pour réaliser une analyse systématique des effets de l'utilisation de véhicules automatisés au quotidien.

Considération systématique des effets envisageables

- Le chapitre 2 présente les **bases, hypothèses et enseignements** issus du rapport de base traitant de l'utilisation des véhicules automatisés au quotidien pour parfaitement comprendre le module 3d.
- Le chapitre 3 considère les **effets sur le trafic liés à l'utilisation de véhicules automatisés dans les villes et agglomérations**. Ici, les enseignements issus de l'étude de base et des autres modules d'approfondissement sont résumés et servent de base pour considérer de manière spécifique comment le paysage de la mobilité change dans les différents espaces de mobilité. Cela est illustré de manière exemplaire à l'aide de tronçons de rues concrets (études de cas).
- Le chapitre 4 se consacre aux **effets de l'utilisation de véhicules automatisés** probables à long terme dans les villes et agglomérations. La description des effets tient compte des différents types de trafic tout en montrant l'impact spécifique sur les différents espaces de mobilité dans l'espace urbain et en présentant les opportunités et les risques qui en résultent. Une considération globale tous les moyens de transport et espaces de mobilité confondus permet d'évaluer les effets envisageables sur l'ensemble des systèmes de transport dans l'espace urbain.
- Le chapitre 5 présente les **possibilités d'action** pour les villes et agglomérations ainsi que les orientations stratégiques et les mesures envisageables.
- Le chapitre 6 traite de manière concise les **effets à grande échelle** sur la structure du milieu bâti en complément à l'analyse des effets à petite échelle.

2. Conduite automatisée: hypothèses et enseignements issus de l'étude de base

Les contenus essentiels issus du rapport de base sont présentés brièvement ci-après afin de garantir une bonne compréhension du module d'approfondissement 3d.

2.1 Délimitation de la «conduite automatisée»

En matière de conduite automatisée, différentes tendances se superposent. L'illustration présente les quatre voies de développement dans le domaine des transports. Cette branche d'activité entrevoit, outre l'automatisation, un fort potentiel de développement dans les domaines de l'interconnexion, l'électromobilité, l'autopartage (*sharing*) et le covoiturage (*pooling*). Ces quatre thèmes relèvent de la mégatendance de la numérisation. En principe, les trois autres champs thématiques ne sont pas obligatoirement liés à la conduite automatisée. En effet, un véhicule traditionnel, non automatisé, peut déjà être exploité en tant que véhicule électrique ou comme véhicule partagé. Toutefois, en lien avec la conduite automatisée, d'autres synergies et des formes d'application différenciées apparaissent, qui peuvent conduire à des modifications de l'organisation du trafic et, de ce fait, des habitudes individuelles de déplacement. Ces champs thématiques sont décrits plus précisément ci-après (pour d'autres explications, consulter le chapitre 2.2.1 du rapport de la Phase A).

Délimitation des
champs
thématiques

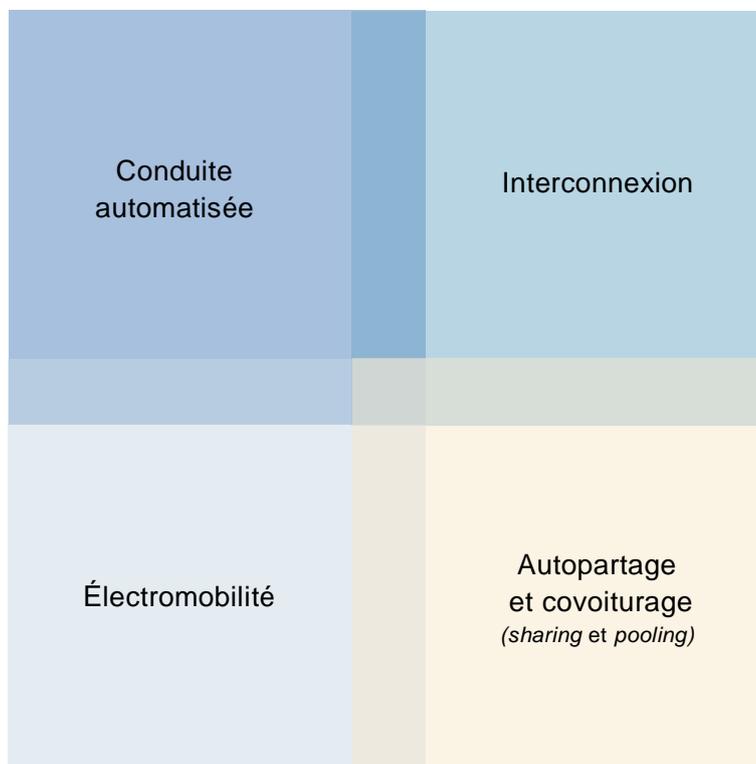


Illustration 2: Champs thématiques et délimitation de la conduite automatisée

À long terme, il serait peu opportun de traiter distinctement la conduite automatisée et l'interconnexion. La réalisation d'un grand nombre d'avantages escomptés de la conduite automatisée (augmentation des capacités, réduction des accidents, etc.) repose sur l'apport de données complémentaires issues de l'interconnexion. Ainsi, la Confédération ne voit-elle actuellement pas dans la conduite automatisée sans interconnexion une forme d'application pertinente: «*Pour que leur potentiel puisse être pleinement exploité, les véhicules autonomes devront être connectés.*» (OFROU, 2016).

Interconnexion

Les véhicules automatisés (totalement ou partiellement) disponibles aujourd'hui sur le marché sont fréquemment dotés de moteurs électriques ou hybrides. Cela s'applique par exemple à Google Waymo ou Tesla qui font leur début dans le marché automobile. Ainsi, l'introduction de nouvelles technologies d'automatisation permet-elle l'utilisation plus large d'une forme d'entraînement modifiée. Mais, en principe, les véhicules automatisés peuvent aussi être équipés de moteurs à combustion et les véhicules traditionnels de moteurs électriques.

Electromobilité

Les concepts d'autopartage (*sharing*) et de covoiturage (*pooling*) sont pertinents dans le débat sur la conduite automatisée puisque les véhicules autonomes ouvrent de nouvelles possibilités d'organisation des chaînes de transports. À titre d'exemple, des véhicules complètement automatisés avec des passagers à bord peuvent d'eux-mêmes changer de site entre deux trajets afin d'optimiser leur utilisation en autopartage. Les utilisateurs sont ainsi dispensés du trajet pour accéder au véhicule en autopartage vu que celui-ci peut être réservé par le prochain usager. Il y a donc lieu d'escompter que ces nouvelles possibilités permettront de renoncer de plus en plus au propre véhicule et de faire appel à un service de mobilité «*Mobility-as-a-Service*» (MaaS). Celui-ci est lié à l'association de prestations de transports publics et privés ainsi que de différents moyens de transport par l'intermédiaire d'une plate-forme qui organise les itinéraires complets ainsi que la réservation et le paiement vers un compte unique. Toutefois, ces nouvelles offres sont seulement envisageables lorsque les véhicules pourront circuler de manière entièrement automatisée (niveau 5, cf. chapitre 2.2).

Autopartage et covoiturage

2.2 Niveaux d'automatisation dans le trafic routier

En raison de la différenciation détaillée des tâches de conduite ainsi que de l'évolution des normes internationales, la présente étude se base sur les définitions de la norme SAE J3016 pour la description des niveaux d'automatisation. Cette norme définit six niveaux d'automatisation de 0 à 5. En ce qui concerne la description des niveaux d'automatisation, elle se réfère aussi à la définition compatible dans une large mesure de la Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt). En comparaison, elle ne doit être complétée que du niveau 5 (L 5), dans lequel «le système» peut exécuter toutes les tâches d'une conduite dynamique dans toutes les situations qu'un conducteur humain pourrait rencontrer.

Aperçu des niveaux d'automatisation

Une description détaillée des différentes caractéristiques des niveaux d'automatisation figure à l'annexe A1.

On peut décrire les niveaux d'automatisation de la façon suivante.

- | | | |
|----|--|--------------------------|
| L0 | Le niveau 0 décrit la «conduite conventionnelle» sans transfert d'aucune tâche de conduite à un système. Dans ce niveau, seule l'assistance au conducteur par des systèmes d'alerte est possible (par ex. alerte de franchissement de ligne, alertes de l'assistant d'angle mort, alerte à la collision). | Conduite conventionnelle |
| L1 | Au niveau 1, le guidage soit longitudinal, soit transversal du véhicule est confié temporairement et pour des situations spécifiques à des «systèmes d'assistance à la conduite». Le conducteur doit surveiller le système en permanence et pouvoir reprendre le contrôle complet du véhicule à tout moment. Les exemples de technologies disponibles à l'heure actuelle à ce niveau sont l'assistant de freinage, l'assistant de stationnement (le système ne gérant que la direction), le régulateur de vitesse adaptatif et l'assistant au maintien de trajectoire. | Systèmes d'assistance |
| L2 | Le niveau 2 («automatisation partielle») se démarque du niveau 1 par la prise en charge par le système du guidage longitudinal et transversal du véhicule ; toutefois les limitations (caractère temporaire, situations spécifiques) et les exigences vis-à-vis du conducteur (surveillance du système, disponibilité à reprendre les commandes à tout moment) restent les mêmes. Aujourd'hui, de tels systèmes comme l'assistant de conduite sur autoroute (maintien de la trajectoire entre autres) sont déjà proposés sur le marché. | Automatisation partielle |
| L3 | Le niveau 3 («automatisation élevée») se distingue du niveau 2 en ce que l'exigence d'une surveillance constante par le conducteur est assouplie. Ainsi le conducteur n'est-il plus obligé d'être prêt à reprendre le contrôle du véhicule que lorsque le système le lui demande et ce, toujours avec une anticipation suffisante. Le système exécute donc les tâches de conduite, mais doit connaître ses limites et être capable de demander au conducteur de reprendre les commandes. Du fait de cette obligation de reprise des commandes par le conducteur, le système n'a pas besoin de pouvoir atteindre à tout moment et par lui-même un état de risque minimal (par ex. arrêt sur une aire de circulation sûre). La réserve de temps entre l'ordre de reprise des commandes par le conducteur et la reprise effective des commandes doit s'élever tout au plus à quelques secondes, ce qui limite l'éventail des possibilités d'activités annexes du conducteur. Le niveau 3 déjà développé par quelques constructeurs automobiles («chauffeur sur autoroute») n'est toutefois pas autorisé à l'heure actuelle. | Automatisation élevée |
| L4 | Le niveau 4 («automatisation limitée») se distingue du niveau 3 par la capacité du système, dans des types d'utilisation spécifiques (avec des limites liées à l'espace, au type de route, au temps, à la plage de vitesse, aux conditions de l'environnement), de parvenir à tout moment à un état de risque minimal. Bien sûr, l'ordre de reprendre le contrôle de la conduite est donné au conducteur si les limites du système sont atteintes, mais ce dernier peut gérer la situation si le | Automatisation limitée |

conducteur ne réagit pas. Ainsi le conducteur n'a-t-il plus la contrainte de surveiller le système ni même d'intervenir obligatoirement. Dans la plupart des cas d'application, il lui faut tout de même être à bord afin de diriger le véhicule après avoir quitté le cas d'application.

- L5 Le niveau 5 («automatisation complète») se distingue du niveau 4 en ce que le système ne connaît pas de restrictions dans les cas d'application; au contraire, il peut assumer toutes les tâches de conduite quel que soit l'environnement. De ce fait, la présence d'un conducteur à bord devient superflue et des trajets à vide sont possibles, ce qui pose des exigences très élevées au regard des innombrables possibilités de combinaisons entre les conditions de conduite et les interactions entre les autres usagers de la route.

Automatisation complète

2.3 La storyline: une voie de développement imaginable

2.3.1 But et objectif de la storyline

À titre d'alternative aux scénarios, on a développé dans le cadre de la Phase A de l'étude une storyline de l'utilisation de véhicules automatisés en Suisse. Il s'agit là d'une voie de développement considérée, dans la perspective actuelle, comme plausible par des experts et des parties concernées. La storyline n'a toutefois pas la prétention de représenter la seule évolution possible.

Storyline avec une voie de développement plausible

La «storyline» se définit comme une chronologie d'états successifs délimités par des transitions avec des conditions modifiées (cf. Illustration 3). À chaque étape, l'état suivant commence lorsque toutes les conditions préalables sont remplies. Ces dernières concernent entre autres les aspects juridiques (admissions, assurances, droit routier), les jalons technologiques, les modifications de l'infrastructure et l'acceptation sociale.

Storyline en tant que succession d'états

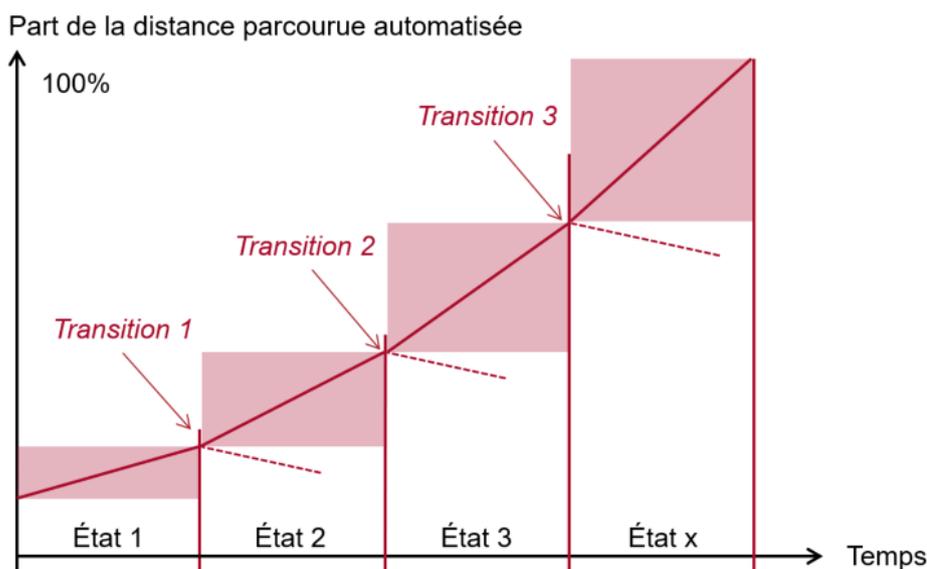


Illustration 3: Illustration de la «Storylin »

La «storyline» permet de réduire la complexité tout en faisant ressortir les points pertinents à l'intention des acteurs. Elle constitue une base appropriée pour des études complémentaires et approfondies. En outre, la storyline fait apparaître des états cohérents qui suscitent des discussions sur les effets de la conduite automatisée.

La storyline comme base de discussion

2.3.2 États pertinents dans les villes et agglomérations

La storyline distingue six états. En raison des différentes conditions-cadres et vitesses de développement, on distingue des voies de développement spécifiques pour le TIM (transport de personnes et de marchandises) et pour les TP routiers (transport de personnes). Dans le rapport de base de la Phase A, une voie de développement pour le transport ferroviaire avait également été élaborée.

Voies différentes pour le TIM et les TP

Vu que dans les états 1 (= niveau actuel de l'utilisation et conditions-cadres technologiques et légales d'aujourd'hui) et 2 (= autorisation L3 «automatisation élevée» sur l'intégralité du réseau RGD), l'espace urbain n'est soumis à aucun changement, ceux-ci ne sont pas développés en détail. Dans les paragraphes suivants, les caractéristiques et les changements probables dans les villes et agglomérations qui résultent de l'automatisation sont décrits pour les trois états 3, 4 et 5. Une description des caractéristiques et des effets à grande échelle pour la structure du milieu bâti figure au chapitre 6.

États pertinents pour l'espace urbain

	TIM	TP routiers
État 3	<ul style="list-style-type: none"> – La conduite L3 (automatisation élevée) est autorisée dans l'espace urbain. – La conduite automatisée (automatisation limitée) est possible sur des tronçons d'essais sélectionnés en espace urbain, avec attribution d'autorisations pour des applications spécifiques (personnes à mobilité réduite, augmentation du taux d'occupation, etc.) – Les manœuvres de stationnement automatisées sont autorisées dans des parkings adaptés en conséquence. 	<ul style="list-style-type: none"> – L'affectation à un tronçon dans les TP routiers est abandonnée et le niveau L4 (automatisation limitée) est autorisé partout (TP adaptatifs). – L'exploitation classique par lignes dans les TP routiers est conservée dans la plupart des lieux. – Les services automatisés de covoiturage avec des véhicules L4 (automatisation limitée) d'opérateurs privés titulaires de concessions concurrencent les TP routiers.

État 4	<ul style="list-style-type: none"> – Du côté du TIM, la conduite automatisée a largement progressé, le parc de véhicules est déjà constitué pour plus de la moitié de véhicules L4 (automatisation limitée) ou L5 (automatisation complète). – Après les premières expériences au niveau L4 (automatisation limitée) dans les espaces urbains, les autorisations sont progressivement étendues et élargies (les limitations appliquées à certains cas d'applications sont complètement levées). – Dans la mesure où aucune situation ne peut entraîner la nécessité d'une prise de contrôle du véhicule par le conducteur, il est aussi possible d'utiliser en continu un véhicule automatisé de niveau 5 (automatisation complète) sans obligation de posséder un permis de conduire. Dans ce cas, les trajets à vide sont possibles eux aussi. 	<ul style="list-style-type: none"> – Les transports publics individuels (TIP)⁴ utilisent exclusivement des véhicules automatisés (L5). – Du côté des TP routiers, on poursuit plus avant l'optimisation des offres en fonction de la demande dans des périmètres définis. – Les TP adaptatifs (sans horaire ni parcours prédéfinis) avec des minibus complètement automatisés (L5) sont déjà devenus la règle à l'intérieur des localités, les arrêts restant comme antérieurement des points de passage fixes. Les véhicules de plus grande capacité (bus et trams traditionnels) continuent de regrouper les déplacements sur les axes à forte demande et circulent selon un horaire et un parcours établis. – Les services d'autopartage et de covoiturage proposés par l'économie privée ou organisés par l'État et concédés prennent de l'ampleur. – Les lignes de tram sont progressivement séparées du reste du trafic par des mesures constructives lorsque c'est possible.
État 5	<ul style="list-style-type: none"> – Les trajets à vide et les déplacements dans des véhicules L5 (automatisation complète) sans permis de conduire sont autorisés partout et en tout temps. – La majeure partie des véhicules appartient pour le moins au niveau L4 (automatisation limitée) et plus de la moitié du parc de véhicules est déjà dotée de technologies complètement automatisées (L5). Certes, des modèles plus anciens peuvent encore circuler mais jouent néanmoins un rôle subordonné pour la planification. 	<ul style="list-style-type: none"> – Du côté des TP routiers, les TP adaptatifs sont devenus la règle sur l'ensemble du réseau. – Certes, les arrêts sont encore souvent présents, mais ils ne sont plus obligatoirement des points fixes déterminants dans le système.

L'état 6 correspond d'un point de vue technologique à l'état 5. Toutefois, les deux états diffèrent en ce qui concerne l'influence politique: alors que l'état 5 montre un développement sans interventions réglementaires, la société et l'État qui ont tiré leurs conclusions des évolutions inadéquates

État 6 : identifier les besoins d'action

⁴ Dans le rapport final de la Phase A, ce domaine intermédiaire est intitulé «Trafic de ramassage et distribution (TRD)». Vu que le terme est focalisé sur une fonction de trafic d'un point de vue spatial et que le DETEC utilise dans sa publication «Avenir de la mobilité en Suisse – Cadre d'orientation 2040» (DETEC, 2017) le terme de «Transport individuel public (TIP)», celui-ci a été repris dans le présent rapport.

dans l'état 5, prennent différentes mesures liées à la planification du trafic, la technique et la politique pour intervenir de manière directive. Cette approche contribue à identifier des questions essentielles, à déterminer les besoins d'action et, du point de vue spécifique des villes et agglomérations, à formuler des possibilités d'action (voir chapitre 5). Dans la pratique, il est néanmoins difficile de séparer clairement ces deux états, les différentes étapes de la conduite automatisée allant de pair avec une conception et une prise d'influence aux niveaux de la planification et de l'élaboration des politiques.

3. Effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur le système de transport dans les villes et agglomérations

Le chapitre 3 examine les effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur le système de transport dans les villes et agglomérations en se basant sur les enseignements issus de l'étude de base ainsi que des autres modules d'approfondissement (chapitre 3.1). Pour un examen différencié dans l'espace, on analyse les effets de la conduite automatisée sur l'infrastructure de transport dans différents espaces de mobilité (chapitre 3.2). Des tronçons de routes réels des villes impliquées dans la présente étude permettent d'analyser les effets envisageables.

3.1 Effets sur le système de transport: enseignements essentiels issus du projet global

Les effets de la conduite automatisée sur le système de transport dans des espaces urbains sont résumés dans les paragraphes suivants. L'analyse repose sur les enseignements issus de l'étude de base ainsi que des autres modules de la Phase B. Les différents effets sont nommés et décrits, les changements liés aux trois états 3 à 5 de la voie de développement sont brièvement expliqués tout en indiquant les facteurs qui exercent une influence majeure sur les changements relatifs à l'effet respectif.

Effets: changements et facteurs d'influence

Une description détaillée des effets pour les trois états 3 à 5 de la voie de développement figure à l'annexe 2.

— **Densité du trafic:** distance parcourue mesurée en kilomètres-véhicules.

La distance parcourue sur la route par les véhicules individuels augmente fortement dans les trois états. La performance de transport dans les TP conventionnels demeure plus ou moins constante. Du côté du transport de marchandises, le nombre des trajets réalisés par des véhicules plus petits augmente légèrement.

Facteurs d'influence: importance du transport individuel public (choix du mode de transport), utilisation de la durée du trajet, parts de l'autopartage et du covoiturage, importance des trajets à vide, nouveaux groupes d'utilisateurs.

— **Surface de stationnement:** surface de stationnement requise mesurée en nombre de places de parking (privées, publiques).

Les besoins en surfaces de stationnement augmentent légèrement jusqu'à l'état 4 y compris. À l'état 5, ils diminuent quelque peu en raison de l'influence plus élevée du TIP.

Facteurs d'influence: importance du trafic individuel public (choix du mode de transport), parts de l'autopartage et du covoiturage, nouveaux groupes d'utilisateurs, importance des trajets à vide, pourcentage de véhicules en propriété (taux de motorisation).

— **Effets sur le trafic sur le tronçon:** capacité d'un tronçon mesurée en nombre de véhicules maximal par unité de temps sur une section.

La capacité sur les routes à grand débit dans l'espace urbain devrait augmenter légèrement dans les trois états. La vitesse maximale autorisée ne devrait pratiquement pas changer et les vitesses pratiquées devraient s'uniformiser. D'une manière générale, la stabilité du flux de circulation augmente. La distance moyenne entre les véhicules (selon les paramètres du système, l'interconnexion et la pénétration) diminue légèrement.

Facteurs d'influence: distance entre les véhicules, pénétration de la flotte de véhicules automatisés, harmonisation de la vitesse.

- **Gestion du nœud:** capacité mesurée en nombre de véhicules maximal qui peuvent traverser un nœud par unité de temps.

Les intervalles de temps entre les véhicules se réduisent et/ou la vitesse de dégagement du nœud augmente avec le pourcentage de véhicules automatisés et l'interconnexion. Dans les états ultérieurs, la gestion adaptative améliorée des nœuds entraîne ainsi une augmentation de leur capacité. Les nœuds équipés de feux de signalisation disposent d'une capacité plus élevée dans des états ultérieurs dans la mesure où le trafic piétonnier et cycliste peut être judicieusement intégré. Les pertes de temps dans les nœuds sont réduites.

Facteurs d'influence: temps nécessaire moyen pour chaque véhicule pour traverser le nœud, vitesse de dégagement, optimisation opérationnelle de la gestion du nœud, pénétration d'une flotte entière composée de véhicules automatisés, interconnexion, volume et interaction avec d'autres usagers.

- **Offres de trafic collectif automatisé:** disponibilité d'offres TIP et autres offres collectives réalisables sur l'infrastructure et la surface requises.

Avec l'influence grandissante des TP adaptatifs et des offres orientées vers la demande (TIP et offres collectives publiques et privées), l'aménagement de zones d'arrêt supplémentaires pour entrer et sortir des véhicules s'impose. La priorisation des TP (par ex. avec des voies réservées aux bus) pour garantir l'attrait ainsi que le regroupement accru des trajets grâce aux nouvelles offres de covoiturage en vue d'augmenter l'efficacité du système de transport gagnent en importance. Avec l'automatisation de l'exploitation des trams, les trams circulent sur des tronçons isolés, ce qui exige un espace plus important qu'en trafic mixte et renforce l'effet de séparation pour le trafic piétonnier et cycliste.

Facteurs d'influence: conception de l'offre (lignes régulières TP, nouvelles offres TIP, offres de covoiturage, etc.), concepts des arrêts, taille de la flotte, lignes, circulation sur des lignes définies, priorisation.

- **Formes du trafic et du trafic / transbordement des marchandises:** disponibilité dans les centres-villes de formes de concepts logistiques et d'acheminement / élimination de marchandises automatisés, en particulier pour le transbordement des colis, sur les surfaces nécessaires et les interactions avec d'autres utilisations.

La tendance générale vers des envois plus petits et plus fréquents génère une augmentation du trafic. Dès que la circulation de véhicules destinés au trafic de marchandises ou que le transport de colis par des prestataires privés sans conducteur sont réalisables, de nouvelles surfaces de transbordement devraient être proposées pour le «dernier kilomètre». Cela pourrait se traduire par l'aménagement de zones clairement définies pour le transbordement de marchandises par. ex. dans des quartiers. D'une manière générale, les trois états requièrent une surface plus importante. Des véhicules particuliers entièrement automatisés autorisant les «prises en charge et dépôts sans conducteur» de marchandises peuvent mener à une augmentation du trafic et, aussi, à des besoins de stationnement accrus près des magasins ou des entreprises de logistique et de production.

Facteurs d'influence: personnel d'accompagnement à bord du véhicule, tendance vers des envois plus petits et plus fréquents ; techniques de transbordement de marchandises.

3.2 Effets sur l'infrastructure de transport

3.2.1 Éléments de l'infrastructure de transport

L'infrastructure de transport dans les villes et agglomérations se compose de différents éléments fonctionnels qui définissent le paysage de la mobilité («*look and feel*»). Dans la présente étude, les aspects suivants sont considérés:

Caractéristiques du
paysage de la
mobilité

- **Surface de stationnement:** détaille la quantité de places de parking, leur emplacement et leur accessibilité dans l'espace routier.
- **Voies:** détaille la quantité totale des voies de circulation dans le tronçon de routes entier disponibles pour les véhicules, bus, trams, nouvelles formes du TIP, piétons et vélos ainsi que leur mode de gestion (trafic mixte ou trafic séparé).
- **Largeur de voie:** détaille le changement de la largeur de la voie par rapport aux normes actuelles
- **Signalisation et panneaux:** détaille l'aménagement des nœuds et des tronçons de routes avec des éléments de signalisation, panneaux, marquages et autres éléments d'aménagement analogiques.
- **Infrastructure de communication:** détaille l'infrastructure de communication nécessaire pour l'échange de données en temps réel entre les véhicules automatisés et interconnectés et/ou entre les véhicules et infrastructures par. ex. plateformes de données de mobilité gérées par des organes de management du trafic ou des sociétés privées.
- **Possibilités de traversée:** détaille la possibilité et la qualité relatives à la traversée des routes pour le trafic piétonnier et cycliste. On distingue ici la possibilité de traversée ponctuelle aux passages pour piétons et la possibilité de traversée sur la surface.
- **Arrêts et bordures d'arrêts:** détaille le type, l'emplacement et l'aménagement des arrêts pour les TP ainsi que les bordures d'arrêts

pour les petits véhicules automatisés publics et privés du TIP (véhicules privés, navettes, etc.)

- **Surfaces de transbordement de marchandises:** détaille l'aménagement de surfaces de transbordement pour le chargement et le déchargement de véhicules dédiés au transport de marchandises (biens commerciaux, services de courrier / colis postaux publics et privés, en particulier aussi pour le commerce en ligne).

3.2.2 Caractéristiques différenciées selon les espaces de mobilité

Les effets envisageables de la conduite automatisée diffèrent selon la fonction d'un espace routier. Ils dépendent du contexte respectif liés aux affectations limitrophes et à la «mobilité vécue». Pour procéder à un examen différencié au niveau spatial, le terme d'«espace de mobilité» utilisé se décline en cinq types d'espaces (les paragraphes suivants utilisent principalement la forme abrégée, placée entre parenthèses):

Cinq types d'espaces de mobilité

- Axes de circulation principaux dans l'espace urbain («axe principal»)
- Routes de quartier dans des centres de quartiers locaux et urbains («artère centrale»)
- Routes de desserte dans des quartiers résidentiels («route de quartier»)
- Routes de desserte dans des zones artisanales («zone artisanale»)
- Centre de transport multimodal dans l'espace urbain («centre de transport»)

Les paragraphes suivants caractérisent les différents espaces de mobilité, décrivent leur fonction de transport et les effets probables de l'automatisation pour chaque type respectif, ainsi que les changements subis par les éléments de l'infrastructure de transport.

Changements essentiels

Les effets de l'utilisation de véhicules automatisés dans les différents espaces de mobilité sont présentés de manière détaillée aux annexes A3 à A7.

Axe principal

Un axe principal est largement caractérisé par le trafic et se distingue par un trafic journalier moyen (TJM) élevé. L'axe principal est longé par des affectations de nature différente telles que des entreprises d'artisanat et des prestataires de services ainsi que des magasins de détail. Des logements se situent aussi le long de l'axe principal. Dans la plupart des cas, les affectations ne sont pas directement accessibles depuis l'axe principal mais par les rues transversales.

Caractère et affectations



Illustration 4: Schanzenstrasse, Bâle
(Source: Bau- und Verkehrsdepartement Basel-Stadt)



Illustration 5: Birmensdorferstrasse, Zurich
(Source: Google Street View)

Les axes principaux contribuent à un guidage efficace du trafic dans une ville ou un centre urbain. Par conséquent, ce type de route se présente souvent comme une section de plus de deux voies de circulation. Si des lignes de transports publics comme des bus ou des trams y circulent, ces modes de transport disposent alors normalement de voies séparées et d'arrêts. En général, les nœuds sont équipés de feux de signalisation et de voies de présélection séparées ; les transports publics ont souvent la priorité lorsque les feux passent au vert. Dans la plupart des cas, le trafic cycliste se déroule généralement sur des voies cyclables intégrées, rarement délimitées du trafic routier par des mesures de construction. Le trafic piétonnier joue un rôle subordonné et ne dispose en partie que d'un trottoir sur un côté de l'axe. D'une manière générale, l'axe principal contribue à une forte séparation des espaces. Les possibilités de traversée pour le trafic piétonnier et cycliste sont limitées et réalisées ponctuellement au moyen de passages pour piétons. En général, il n'existe pas de places de stationnement le long de l'axe principal, mais, dans certains cas, des parkings aériens et souterrains sont accessibles.

Fonctions

Pour ce type d'espace, des changements probables dans l'état 5 concernent la capacité du trafic. L'automatisation harmonise les vitesses, les distances entre les véhicules diminuent légèrement et les flux de trafic sont plus constants. Selon toutes les prévisions, les gains de capacité résultants sont compensés par le surplus de trafic envisageable. Celui-ci est généré entre autres par les trajets à vide ou par les groupes de population qui, jusqu'ici, n'avaient pas la possibilité de piloter eux-mêmes un véhicule. Ce surplus de trafic s'accroît dans les espaces de mobilité, notamment sur les axes principaux. Les arrêts TP actuels dont l'espace et la capacité sont suffisants peuvent aussi être utilisés pour les nouveaux services de transport collectifs « à la demande » et pour l'embarquement et le débarquement des usagers de véhicules entièrement automatisés utilisés individuellement dans le cadre de l'autopartage ou du covoiturage.

Effets sur les axes principaux

Artère centrale

La vocation de l'artère centrale est orientée tant sur le trafic que sur l'espace urbain. L'artère centrale est longée par des magasins de détail, des établissements gastronomiques et culturels ainsi que des prestataires de services et des logements. Cet espace de mobilité se distingue dans l'ensemble par une densité et une pluralité de fonctions élevée.

Caractère et affectations



Illustration 6 : Limmattalstrasse / Meierhoferplatz, Zurich
(Source: Google Street View)



Illustration 7: Stadthausstrasse, Winterthur
(Source: Google Street View)

L'artère centrale sert d'une part à guider le trafic de manière efficace à travers les centres-villes et centres urbains et d'autre part à assumer une fonction de desserte principale pour les affectations locales (clients, employés, résidents et fournisseurs) et, au même titre, une fonction de séjour. Les artères centrales comptent souvent deux ou quatre voies, en partie avec des voies TP séparées et des arrêts pour les lignes de trams et de bus. Elles disposent fréquemment de pistes cyclables intégrées en trafic mixte vu que l'emplacement limité ne permet pas d'aménager des voies séparées. Les possibilités de stationnement se situent généralement le long des artères centrales directement devant les magasins de détail ou les entreprises d'artisanat. Le trafic piétonnier qui représente une fonction importante, peut généralement se dérouler des deux côtés. Là, où cela est possible, les trottoirs sont plus larges que dans d'autres tronçons de routes vu qu'ils servent de zone piétonne propice à la flânerie ou au séjour à des terrasses d'établissements gastronomiques. Les possibilités de traversée pour le trafic piétonnier et cycliste ont une grande importance et sont réalisables sur toute la surface ou de manière ponctuelle en fonction de la densité du trafic. De plus, en raison de la fréquence d'interaction élevée le long des artères centrales, la vitesse du trafic est réduite naturellement ou limitée à l'aide de panneaux de prescription.

Fonctions

Pour ce type d'espace, des effets probables dans l'état 5 concernent le thème du stationnement. En raison de la possibilité de «dépôt et prise en charge» entièrement automatisés, les places de stationnement actuelles implantées devant les affectations correspondantes le long des artères centrales perdent en importance. Compte tenu de cette situation, les places de stationnement latérales peuvent largement disparaître et le stationnement peut être concentré dans des parkings centralisés. En revanche, des places d'arrêt délimitées sont requises pour l'embarquement

Effets sur les artères centrales

et le débarquement de personnes. Dans l'ensemble, on peut escompter ici aussi un surplus de trafic compte tenu de l'augmentation du nombre de trajets à vide. Du côté des transports publics, les limites entre les offres TP et les nouvelles offres collectives adaptatives (TIP) s'estompent. Ces offres de transport collectives peuvent désormais aussi utiliser les surfaces d'arrêt réservées et les arrêts TP existants. Par ailleurs, la tendance générale vers des envois plus petits et plus fréquents requiert des surfaces de transport plus spacieuses pour le trafic de marchandises et les livraisons de marchandises entièrement automatisées exigent des zones et des systèmes de transbordement spéciaux.

Route de quartier

L'espace routier dans les quartiers est caractérisé par l'environnement résidentiel et des routes fréquemment aménagées comme zones à modulation du trafic. Dans ces zones de rencontre, une grande importance est accordée aux conditions de séjour et de trafic pour le trafic piétonnier et cycliste. Certains quartiers comptent des petits magasins pour le ravitaillement quotidien.

Caractère et affectations



Illustration 8: Ackerstrasse, Zoug
(Source: Google Street View)



Illustration 9: Kirchbergstrasse, Berne
(Source: Google Street View)

L'espace routier sert de desserte en transports et de liaison entre les terrains. Il assure l'accessibilité des affectations (résidentielles), résidents, visiteurs et fournisseurs. En raison de la fonction de séjour, la largeur de la route est partiellement réduite. Dans la plupart des cas, le trafic est mixte. Il existe de bonnes possibilités de traversée sur la surface vu le faible trafic pondéral ; les lieux de trafic piétonnier élevé (par ex. près des écoles) disposent de passages pour piétons. Ce type d'espace est également caractérisé par des places de stationnement aménagées le long de la route. Selon le type des terrains, il existe aussi des accès directs à des parkings souterrains ou des places de stationnement sur des terrains privés.

Fonctions

Pour ce type d'espace, des effets probables dans l'état 5 résultent des changements relatifs aux places de stationnement et zones d'arrêt publiques disponibles ainsi qu'à la vitesse appliquée qui résulte des nouvelles possibilités de la conduite automatisée. Les trajets à vide liés à l'automatisation ainsi que les offres d'autopartage et de covoiturage permettent de supprimer partiellement des places de stationnement le long de la route et sur des terrains privés vu que des parcs de stationnement centralisés existent. La possibilité de «prise en charge sans chauffeur» de per-

Effets sur les routes de quartier

sonnes ou de marchandises peut éventuellement générer une augmentation des besoins en zones d'arrêt. En principe, des zones d'arrêt délimitées ne devraient pratiquement pas s'imposer vu la densité du trafic relativement faible dans les quartiers. Avec la tendance générale vers des envois plus petits et plus fréquents, le transbordement de marchandises demande une surface généralement plus spacieuse. En outre, les possibilités de traversée sur la surface sont améliorées vu que les véhicules automatisés circulent à une vitesse réduite pour pouvoir réagir face aux obstacles et aux autres usagers de la route.

Zone artisanale

L'espace routier dans les zones artisanales est caractérisé par le trafic (de marchandises). Les affectations concernent d'une part les entreprises artisanales et industrielles et, d'autre part, des établissements à forte fréquentation (commerce de gros, lieux événementiels).

Caractère et affectations



Illustration 10: Centre commercial et de loisirs Westside, Berne
(Source: Google Maps)

L'espace routier sert à la desserte en transports et à la liaison des zones commerciales. Il assure l'accès aux affectations pour les livreurs, employés et clients. La largeur de la route est partiellement augmentée pour satisfaire au mode de transport des marchandises par camions. De plus, ce type de route est caractérisé par les surfaces de transbordement souvent en avant-poste et directement accessibles depuis la route. Selon le type d'activité commerciale, il existe aussi des places de parking pour les employés, clients et livreurs sur des terrains privés et/ou dans des parkings communs. Dans la plupart des cas, des parkings souterrains ou des parcs de stationnement aériens à plusieurs niveaux sont aménagés pour les établissements à forte fréquentation.

Fonctions

Pour ce type d'espace, des effets probables dans l'état 5 s'expliquent par les changements des concepts de trafic de marchandises et de logistique

Effets dans les zones artisanales

des centres-villes qui résultent des nouvelles possibilités de la conduite automatisée. La tendance générale favorisant des envois plus petits et plus fréquents génère un surplus de trafic. Dès que des véhicules de trafic de marchandises sans conducteur circulent, l'aménagement de surfaces clairement définies pour le transbordement des marchandises s'impose. Ces zones de transbordement peuvent être équipées de systèmes de transbordement de marchandise automatisés. Le transbordement de marchandises nécessite de manière générale une surface plus généreuse. Les voitures de tourisme entièrement automatisées assument la «prise en charge sans chauffeur» de marchandises, ce qui peut mener à un surplus de trafic et à une augmentation du nombre de places de parking et de transbordement à proximité des magasins ou des entreprises de production / de logistique. Comme pour tous les autres espaces de mobilité, les places de stationnement peuvent toutefois être délocalisées vers des parcs de stationnement centralisés. De même, des zones d'arrêt réservées au TIM et aux nouveaux services de transport de personnes automatisés collectifs (TIP) s'imposent. Dans certaines conditions, les transports publics peuvent utiliser les surfaces de stationnement et/ou les arrêts existants.

Centre de transport

L'espace routier d'un centre de transport multimodal est fortement caractérisé par le trafic. Les transports publics y jouent un rôle prépondérant. Outre les fonctions de transport, des magasins de détail et des établissements gastronomiques y sont aussi domiciliés en raison de la forte fréquentation du public. En raison de l'excellente qualité de desserte, un grand nombre de bureaux et de prestataires de services sont également présents.

Caractère et affectations



Illustration 11: Gare d'Oerlikon
(Source: Google Street View)



Illustration 12: Aeschenplatz, Bâle
(Source: Bau- und Verkehrsdepartement Basel-Stadt)

Le centre de transport multimodal regroupe différentes fonctions de circulation en un lieu permettant ainsi de changer entre les différents modes de transports publics comme les bus, les trams et/ou les trains. Aujourd'hui, ces offres de transports publics sont déjà caractérisées par des services à cadence élevée et atteignent souvent les limites de capacité. Selon la situation du centre de transport, on y trouve aussi des stations de taxis, des supports / conteneurs pour cycles, des zones de dépose minute (Kiss and Ride) et des places de stationnement pour des véhicules privés. La pluralité des modes de trafic confère à ces espaces une complexité élevée asso-

Fonctions

ciée à une consommation de surfaces considérable. Les voies de circulation pour les transports publics sont en partie longées par des voies pour le TIP pour la traversée des nœuds. Ces centres sont également caractérisés par des flux de piétons élevés qui, en règle générale, disposent de bonnes possibilités de traversée sur les lignes de bus et de trams. Le trafic cycliste emprunte aussi ces carrefours urbains importants ; toutefois, la plupart du temps, des pistes cyclables font défaut et l'aménagement d'un nombre suffisant de places de stationnement pour les vélos, en dehors des grands parkings des gares, représente un réel défi.

Dans l'état 5, l'influence accrue du trafic collectif adaptatif génère une augmentation des besoins en zones d'arrêt supplémentaires. En présence de voies TP séparées (bus, tram), celles-ci peuvent aussi être utilisées par ex. par le TIP selon le taux d'occupation ou la période de la journée ; en raison des cadences souvent très rapprochées, cette possibilité devrait toutefois être fortement limitée. On peut tout au plus envisager des places de taxis ou des bordures d'arrêt pour les véhicules automatisés privés dédiés au TIP ou bien réfléchir à la création de nouvelles règles de priorité. La priorisation des TP par ex. avec des voies réservées aux bus pour garantir l'attrait et promouvoir le regroupement des trajets gagne en importance. Avec l'automatisation de l'exploitation des trams, les trams circulent en règle générale sur des tronçons isolés, ce qui exige un espace plus important qu'en trafic mixte. L'infrastructure de communication nécessaire augmente. Pour les centres de transport multimodal, le pilotage et la gestion efficaces des flux d'usagers entre les différents modes de transport jouent un rôle particulièrement déterminant. Les passagers doivent reconnaître où ils doivent se rendre et quel véhicule ils doivent emprunter, notamment lorsqu'il s'agit d'offres de transport collectives automatisées et individuelles.

Effets sur les centres de transport multimodaux

3.2.3 Études de cas

Les responsables des villes participantes ont traité des études de cas pour chaque type d'espace à l'aide d'une grille prédéfinie (Tableau 1). A l'aide de photographies, une analyse a permis d'évaluer dans quelle mesure les changements probables sur l'infrastructure de transport dans l'état 5 sont réels dans un tronçon de route concret. L'examen des différents types d'espaces permet d'identifier des facteurs d'influence généraux et spécifiques à la situation.

Analyse basée sur les exemples d'espaces

Le traitement des études de cas a fourni des enseignements substantiels. Les effets formulés dans le chapitre 3.2.2 ont pu être généralement confirmés et partiellement complétés, voire précisés. Aucune contradiction n'est apparue. Les techniciens en charge de l'analyse ont souvent pu désigner clairement des changements probables en ce qui concerne les possibilités de traversée, le stationnement et les arrêts et bordures d'arrêt. En revanche, les changements relatifs à la signalisation, l'infrastructure de communication, les marquages au sol ou les largeurs de voies étaient moins évidents. Ici, les techniciens ont rencontré plus des difficultés pour procéder à une adaptation sur l'espace routier spécifique.

Enseignements issus de l'analyse

Axe principal dans un espace urbain	Birmensdorferstrasse, Zurich
	Schanzenstrasse, Bâle
Artère centrale dans un centre (de quartier) local ou urbain	Stadthausstrasse, Winterthour
	Limmattalstrasse, Zurich
Route de quartier / Route de desserte dans une zone résidentielle	Ackerstrasse, Zoug
	Kirchberggasse, Berne
Route de desserte dans une zone commerciale	Westside, Berne
Centre de transport multimodal dans un espace urbain	Aeschenplatz, Bâle
	Gare d'Oerlikon, Zurich

Tableau 1 : Aperçu des études de cas

L'analyse a permis aux représentants des villes impliquées dans le projet de traiter systématiquement le thème dans un contexte connu. Toutefois, non pas au sens d'une analyse approfondie, mais bien plus en tant que première évaluation professionnelle pertinente. L'étude tout au long des caractéristiques ainsi qu'à l'aide de la photographie d'un espace routier a permis d'engager une discussion structurée. Les développements liés à la conduite automatisée et les changements probables sont toutefois entourés par de trop grandes incertitudes pour pouvoir tirer des conclusions plus précises.

Autoriser une analyse structurée

4. Effets de l'utilisation de véhicules automatisés dans les villes et agglomérations

Les paragraphes suivants récapitulent les changements probables de l'utilisation de véhicules automatisés dans les villes et agglomérations dans l'état 5. Les effets sont décrits pour les types de trafic suivants : trafic en circulation, véhicules en stationnement, trafic collectif (TP, TIP), trafic piétonnier et cycliste ainsi que le trafic de marchandises. La description met en évidence dans quelle mesure les différents espaces de mobilité sont concernés.

Effets pour les types de trafic et espaces de mobilité

4.1 Trafic en circulation

La distance parcourue augmentera par rapport à aujourd'hui en raison des nouvelles offres, des trajets à vide envisageables et des nouveaux groupes d'utilisateurs (personnes âgées, enfants). Si l'automatisation permet de réduire les distances entre les véhicules, il en découle d'autre part des gains de capacité pour l'infrastructure existante. L'augmentation évolue toutefois de manière disproportionnée par rapport à la pénétration de la flotte entière composée de véhicules automatisés. En effet, certaines routes comme les axes de circulation principaux peuvent augmenter leurs capacités grâce à l'automatisation contrairement à d'autres, comme les artères centrales. Il en résulte une redistribution et une répartition inégale du trafic mixte. D'une manière générale, on peut supposer que le surplus de trafic surcompense

Densités de trafic, capacité et infrastructure

l'augmentation des capacités. Les effets sur les capacités peuvent éventuellement contribuer à renoncer ou à différer certaines constructions d'infrastructure. D'un point de vue actuel, une propre voie pour les véhicules automatisés dans les espaces urbains (par ex. pour les états transitoires caractérisés par un trafic mixte) paraît peu réaliste en Suisse d'autant plus que des surfaces font défaut et qu'une densité de nœuds élevée existe déjà. Tant qu'un nombre considérable de véhicules pilotés par des conducteurs circulent sur les routes et que les dimensions des véhicules des utilisations déterminantes (par ex. TP, camions, services de secours, service d'hiver) ne changent pas, une réduction des largeurs des routes paraît peu réaliste.

Une augmentation des distances parcourues devrait se faire ressentir dans tous les espaces de mobilité, notamment sur les axes de circulation principaux et les routes de quartiers dans les centres de quartiers locaux et urbains.

Espaces de mobilité particulièrement concernés

Sur des axes principaux caractéristiques, les effets de la conduite automatisée ont des répercussions majoritairement positives. D'une manière générale, cet espace routier se distingue par une moindre complexité que par ex. dans des centres caractérisés par un trafic mixte traversant considérable. Vu le grand nombre d'affectations limitrophes directement accessibles depuis l'axe principal, il en résulte des opportunités pour le flux de trafic. Celui-ci devrait s'améliorer avec une part élevée de véhicules automatisés et interconnectés vu que ces véhicules circulent plus rapprochés les uns des autres et ce, à des vitesses plus constantes. En raison de l'augmentation de trafic et des faibles distances entre les véhicules, l'effet de séparation est toutefois renforcé.

Axe principal

Les affectations de voies adaptatives peuvent par ailleurs augmenter les capacités de trafic qui, en raison du trafic pendulaire variable dans le temps, sont souvent monodirectionnelles. En ce qui concerne les carrefours urbains, ici aussi des phases vertes adaptatives et plus complexes sont réalisables. De même, le trafic individuel motorisé peut être piloté en fonction des situations et traverser les carrefours urbains de manière plus efficiente. Dans le périmètre des villes et agglomérations, les axes de circulation principaux se prêtent donc à absorber un surplus de trafic vu que l'automatisation y génère les plus grands gains de capacité. Néanmoins, une augmentation des capacités peut limiter le trafic mixte, voire même mener à l'interdire complètement. Les gains de capacité peuvent d'autre part être exploités par le trafic collectif. Pour mettre en place un guidage des voies et un pilotage des carrefours urbains adaptatifs, un travail d'organisation considérable et une infrastructure de communication numérique s'imposent. Une panne des systèmes requiert une solution de repli pour assurer la fonctionnalité du réseau routier. En d'autres termes, cela signifie qu'à long terme, ces systèmes devraient encore être gérés et entretenus avec l'équipement analogique nécessaire ainsi que la flexibilité d'exploitation adéquate.

Les artères centrales assurent, outre des fonctions de trafic, aussi des fonctions résidentielle plus prononcées ; ici, l'effet du surplus de trafic joue un rôle particulièrement important. Ce dernier est fortement influencé par les processus de stationnement et les transbordements de marchandises ainsi que les trajets à vide probables. Les gains de capacité potentiels résultants de l'automatisation devraient être compensés relativement rapidement par l'augmentation des trajets et les processus de transbordement. Le surplus de trafic et l'effet de séparation renforcé qui en découle, entravent les transports publics, restreignent fortement les possibilités de traversée sur la surface par ex. pour les piétons, portent atteinte au trafic cycliste et réduisent la qualité de séjour.

Artère centrale

4.2 Véhicules en stationnement

Les parkings perdent en importance. Les offres d'autopartage et de covoiturage ainsi que la possibilité de réaliser des trajets à vide mènent en combinaison avec une réduction du taux de véhicules individuels en propriété à une réduction des places de parking (dispersées) requises. De plus, les véhicules automatisés pouvant, après leur utilisation et grâce aux trajets à vide, être stationnés dans un lieu plus éloigné, le processus de stationnement n'est plus nécessairement lié à un site spécifique. Cette situation génère néanmoins aussi un surplus de trafic. En effet, les trajets à vide et pour rejoindre des parkings plus éloignés augmentent la distance parcourue sur le réseau routier environnant. De plus, il convient d'envisager des surfaces d'arrêt réservées hors de la chaussée pour l'embarquement et le débarquement des usagers des offres d'autopartage et de covoiturage ou de véhicules privés automatisés.

Surfaces de stationnement et arrêts

Les artères centrales et les routes de quartier sont les espaces qui subissent les changements les plus probables en raison de la signification et de l'aménagement différents des places de stationnement.

Espaces de mobilité particulièrement concernés

Les artères centrales connaissent une fréquence de rotation des utilisations élevée avec des arrivées et des départs fréquents pour lesquels les places de stationnement permettent d'atteindre confortablement les affectations proches. Les possibilités de stationnement le long de la route peuvent, dans certaines conditions, être largement supprimées et/ou être remplacées par des surfaces de transbordement. Le stationnement peut être concentré dans des parcs de stationnement centralisés réaffectés ou nouveaux. Les surfaces ainsi « économisées » peuvent servir à d'autres affectations diverses. Selon la situation, cela permet d'aménager une piste cyclable supplémentaire, des trottoirs plus larges ou des espaces verts supplémentaires pour l'agrément de l'espace routier. En contrepartie, des surfaces d'arrêt délimitées sont requises pour les processus d'« embarquement/débarquement » de personnes et de « déchargement et prise en charge » de marchandises dont il s'agit de réglementer l'utilisation.

Artère centrale

Dans les quartiers résidentiels, la fréquence des arrivées et des départs est nettement plus faible que dans les artères centrales, les parkings servant uniquement au stationnement des véhicules lorsque ceux-ci ne sont pas en déplacement. Grâce à la réduction du taux de véhicules individuels en propriété et la délocalisation des places de stationnement vers des

Route de quartier

parcs de stationnement centralisés, l'espace routier des routes de quartier peut gagner en attrait pour le trafic piétonnier et cycliste et fournir davantage d'opportunités pour la vie de quartier. Le stationnement dans les routes de quartier s'effectue dans l'espace routier ou sur des esplanades privées, ce qui demande une certaine surface qui, toutefois, ne doit pas être gérée.

4.3 Trafic collectif (TP et TIP)

On peut supposer que les offres de lignes conventionnelles et regroupées utilisant un nombre accru de trains, trams et bus de grande capacité automatisés continuent de représenter la structure de base du système TP dans les villes et agglomérations. L'automatisation, l'interconnexion et les nouveaux services de mobilité (numériques) ouvrent dans ce contexte un potentiel de rationalisation élevé pour pouvoir produire davantage d'offres TP attrayantes, notamment en présence d'un flux de passagers moins important. Les nouvelles formes TIP complètent ainsi le système TP surtout dans le trafic à courte distance périphérique. Il s'agira alors notamment de véhicules de petite à moyenne taille qui circulent partiellement ou intégralement selon les besoins. Les nouveaux services de prestataires de mobilité privés ou publics qui exécutent une prise en charge individuelle « à domicile » sans arrêts fixes et moyennant des temps d'attente courts, gagnent particulièrement en importance. Cette solution permet d'atteindre des groupes d'utilisateurs jusqu'ici pas ou peu impliqués, comme les séniors et les personnes à mobilité réduite. Avec l'influence grandissante du TIP adaptatif, les besoins en zones d'arrêt supplémentaires augmentent eux aussi. À l'heure actuelle, il n'est pas encore possible d'évaluer dans quelle mesure ces zones d'arrêt peuvent ou doivent garantir une accessibilité pour tous les usagers. Il est envisageable de desservir des zones d'arrêt délimitées et des arrêts TP existants par ces systèmes de trafic collectifs automatisés. Les possibilités d'une utilisation supplémentaire devraient néanmoins dépendre largement de la fréquence de tels services.

Offres TP et arrêts

Les centres de transport multimodal et les artères centrales qui se distinguent par une complexité opérationnelle élevée sont les espaces de mobilités les plus touchés par les changements subis par le trafic collectif.

Espaces de mobilité particulièrement concernés

Les véhicules automatisés dans le TP et TIP génèrent des possibilités supplémentaires pour les centres de transport multimodal. Ici, les voies de circulation et les arrêts TP peuvent être utilisés de façon beaucoup plus diversifiée pendant les temps marginaux et créer ainsi des offres supplémentaires et densifier davantage les liaisons. De plus, l'automatisation permet de délester sur l'ensemble du réseau de transports publics les centres de transport classiques fortement sollicités en créant davantage de liaisons tangentielles à l'aide des systèmes de transport collectifs adaptatifs. Des questions spécifiques découlent de l'automatisation de l'exploitation des trams. Celle-ci devrait se dérouler largement sur de propres tronçons, ce qui, par rapport au trafic mixte, requiert des surfaces plus importantes. Dans les centres de transport, cela peut entraver (davantage) la perméabilité pour le trafic piétonnier et cycliste traversant.

Centre de transport multimodal

4.4 Trafic piétonnier et trafic cycliste

À l'heure actuelle, le trafic mixte est vécu et soutenu avec succès notamment dans les centres et quartiers résidentiels, ce qui est particulièrement bénéfique pour le trafic piétonnier et cycliste. Les réflexions traitant de la sécurité et de la capacité peuvent, compte tenu d'une automatisation grandissante, mener à limiter les possibilités de traversée en faveur de voies de circulation pour les véhicules automatisés. Cela entraverait des solutions de trafic mixte et subordonnerait le trafic piétonnier et cycliste aux besoins de la conduite automatisée. La question traitant de l'interaction des véhicules automatisés avec le trafic piétonnier et cycliste ainsi qu'avec les véhicules non-automatisés est encore largement en suspens. Une grande part de la communication actuelle entre les usagers de la route s'effectue à l'aide de signes et d'échanges de regards ce qui n'est plus possible avec les véhicules automatisés. On peut également supposer qu'à l'avenir, les piétons et les cyclistes se comporteront autrement face aux véhicules automatisés qu'ils ne le font par rapport aux voitures conventionnelles actuelles (Jacob 2018). Les longues périodes transitoires de trafic mixte avec des véhicules automatisés et non-automatisés laissent supposer que les systèmes existants de marquages, signalisation et contrôle seront encore utilisés à long terme. Les longues périodes de trafic mixte peuvent aussi conduire à ce que les véhicules automatisés réagissent en jouant «la carte de la sécurité» dans les zones de trafic mixte et soient donc subordonnés. Cette situation peut à son tour réduire nettement l'avantage escompté en ce qui concerne le gain de capacité et le flux de circulation. De ce fait, une compensation s'impose entre l'obtention de l'utilisation optimale de l'automatisation et la qualité et sécurité du trafic piétonnier et cycliste (Jacob 2018).

Trafic piétonnier
et trafic cycliste

Les effets sur le trafic piétonnier et cycliste devraient se faire ressentir dans tous les espaces de mobilité. De ce fait, la création ou le maintien d'un réseau piétonnier cohérent et, surtout, d'un réseau cycliste, dans le système urbain global deviennent des tâches plus exigeantes.

Espaces de
mobilité
particulièrement
concernés

Dans les centres de quartiers et de localités, une atteinte aux possibilités de traversée sur la surface a des répercussions négatives sur la qualité du trafic piétonnier et cycliste. En effet, ici, la perméabilité et la liberté de mouvement revêtent une importance particulière en raison du grand nombre d'offres d'utilisation sur un espace restreint («ville des petits trajets», notamment pour les enfants, les personnes âgées et à mobilité réduite dans leur environnement de vie quotidien). Une grande chance pour les artères centrales résulte de la suppression des places de stationnement latérales vu que cet espace peut être affecté à diverses autres utilisations. Selon la situation, cela peut se traduire par une piste cyclable supplémentaire, des trottoirs plus larges ou des espaces verts supplémentaires pour l'agrément de l'espace routier. Toutefois, les besoins en zones de transbordement pour le trafic des personnes et des marchandises augmenteront ce qui peut alors accroître la pression sur les surfaces libérées.

Artère centrale

Le trafic piétonnier joue aussi un rôle central pour les centres de transport multimodal. Dans cet espace de mobilité, des flux de piétons sur la surface

Centre de transport
multimodal

sont nécessaires pour relier les offres TP strictement cadencées. Avec une charge encore plus élevée en raison des nouveaux moyens de transport collectif (TIP), la situation gagne en complexité ce qui complique l'élaboration de conclusions relatives aux flux du trafic. Les sites sont particulièrement difficiles d'accès pour les personnes souffrant d'une déficience sensorielle en l'absence d'un nombre de possibilités de traversée rapides et sûres. Cette situation entrave la fonctionnalité visant à garantir une mobilité sans obstacles entre des sites essentiels et pose des exigences plus pointues à l'aménagement futur des surfaces de trafic et de séjour ainsi que des bordures d'arrêt pour l'embarquement et le débarquement des usagers.

Dans les quartiers résidentiels, les véhicules automatisés permettent de réduire la vitesse de circulation et d'en assurer le respect, ce qui augmente la sécurité des autres usagers de la route. En revanche, la possibilité de mettre en place un système de «prise en charge sans chauffeur» de personnes ou de marchandises est évaluée de manière critique puisqu'elle peut conduire à une augmentation du trafic. Dans ce contexte, la question qui se pose est de savoir si des autorisations doivent être établies pour la «prise en charge» et si tel est le cas, qui en sont les titulaires – ou bien, si des trajets à vide peuvent être généralement évités dans ces espaces.

Route de quartier

Pour l'instant, la manière d'aborder les longues périodes de transition autorisant le trafic mixte avec des véhicules non-automatisés ainsi que le trafic piétonnier et cycliste n'est pas encore clarifiée pour les axes de circulation principaux. Il s'agit d'élaborer des solutions, par ex. pour la commande des carrefours urbains, visant à les intégrer de manière efficace dans la gestion de trafic adaptative et optimisée. Ici, la mise en œuvre d'un système de communication (numérique) nécessaire entre les différents usagers de la route représente un défi exigeant.

Axe de circulation principal

L'orientation des routes vers un trafic (de marchandises) automatisé notamment dans les zones artisanales risque de porter préjudice au trafic piétonnier et cycliste. Ces derniers ne doivent pas «perturber» le trafic commercial ce qui, en lieu et place, pourrait se traduire par une séparation claire des modes de transport et une limitation, voire une suppression totale de la perméabilité du trafic. Les grandes zones artisanales pourraient faire alors l'objet d'une séparation et devenir en quelque sorte des «villes interdites». Toutefois, les zones artisanales doivent, elles aussi, bénéficier d'une desserte sûre et de bonne qualité par tous les moyens de transport pour les pendulaires et les visiteurs.

Zone artisanale

4.5 Trafic de marchandises

Le trafic de marchandises contribue au surplus de trafic dans les villes et agglomérations. Tant dans les domaines du Business-to-Consumer (B2C) que du Business-to-Business (B2B), une augmentation du nombre et une réduction de la taille moyenne des envois sont probables. L'introduction de véhicules de transport de marchandises automatisés devrait encore renforcer la tendance vers un surplus de trafic qui dépendra entre autres de la question de savoir si les flux de marchandises peuvent être regroupés et si les véhicules sont chargés à l'aller et au retour. Dès que les véhicules de

Trafic de marchandises et logistique

trafic de marchandises circulent sans chauffeur, l'aménagement de surfaces de transbordement clairement définies s'impose ainsi que la mise à disposition de moyens de transbordement techniques supplémentaires («robot de transbordement de marchandises», systèmes de validation d'accès pour les destinataires des envois, stations paquets). À partir du moment où les véhicules circulent sans conducteurs, les expéditeurs ou les destinataires doivent assumer un nombre de tâches supplémentaires.

En raison du trafic de marchandises, on peut estimer que non seulement les zones artisanales mais aussi les artères centrales et les routes de quartiers seront particulièrement concernées par cette évolution.

Espaces de mobilité particulièrement concernés

Les chances pour la conduite automatisée existent dans les zones artisanales qui, pour différentes raisons, se prêtent à une fonction d'«espaces d'essai» pour la conduite automatisée. L'aménagement de cet espace routier est souvent moins diversifié, avec moins de trafic piétonnier et cycliste. De plus, vu que ces zones commerciales se situent généralement à proximité de jonctions d'autoroutes, les trajets automatisés s'effectuent seulement sur une courte distance sur les routes subordonnées. Les faibles vitesses facilitent aussi la navigation et la gestion dans l'espace de mobilité. N'oublions pas non plus que les zones artisanales / commerciales sont aussi soumises à la pression économique en faveur de la conduite automatisée vu que les entreprises peuvent bénéficier directement de gains de productivité et d'efficacité fournis par les nouveaux concepts logistiques.

Zone artisanale

Les préoccupations liées au développement urbain et les attentes relatives à l'aménagement en ce qui concerne une infrastructure spécifique ou des marquages au sol, devraient être généralement moins importantes que pour les artères centrales. Les zones artisanales se prêtent aussi à la desserte de détail pour les bus automatisés (par ex., la navette automatisée du Marly Innovation Center). Dans le cadre d'importantes transformations ou de la création de zones artisanales, les espaces routiers peuvent être orientés vers les besoins de la conduite automatisée ou d'un système logistique correspondant. Les arguments économiques en faveur d'un trafic de marchandises efficace peuvent mener à une plus forte pondération des besoins des entreprises en termes de desserte et d'aménagement par rapport aux attentes du trafic piétonnier et cycliste. Dans le domaine de la logistique des marchandises, la question de savoir où et qui assumera la responsabilité pour les nouvelles zones de transbordement automatisé n'est pas encore clarifiée.

Les affectations commerciales dans les centres villes exigent à différents moments de la journée des livraisons pour les magasins de vente, des services express de messagerie et d'envois postaux ainsi que l'approvisionnement des hôtels et restaurants. Par conséquent, le volume de trafic logistique et de marchandises ainsi que les besoins en points et surfaces de transbordement de marchandises est-il particulièrement élevé.

Artère centrale

Les effets dans les quartiers résidentiels dépendront largement des modèles commerciaux qui sauront s'établir sur le «dernier mètre», comme les stations de colis, les «boîtes à paquets» dotés d'une fonction de «libre-service» pour une délivrance automatique, voire même des robots livreurs.

Route de quartier

4.6 Aperçu des effets

L'illustration 13 présente un aperçu des espaces de mobilité susceptibles d'être particulièrement concernés par les changements subis par les différents types de trafic, que ce soit de manière positive ou négative.

	Trafic fluide	Véhicules en stationnement	Trafic collectif	Trafic piétonnier et cycliste	Trafic de marchandises
Axe de circulation principal	●	●	●	●	●
Artère centrale	●	●	●	●	●
Route de quartier	●	●	●	●	●
Zone artisanale	●	●	●	●	●
Centre de transport multimodal	●	●	●	●	●

Illustration 13: Importance des changements subis par les types de trafic dans chaque espace de mobilité

L'illustration permet de constater dans quelle mesure les espaces de mobilité sont concernés au niveau spatial au sein des villes et agglomérations. D'une manière générale, les axes de circulation principaux et les zones artisanales sont les moins touchés étant donné leur moindre complexité. En revanche, sur les artères centrales, aux nombreuses fonctions et affectations essentielles pour le développement urbain, plusieurs effets probables sur la circulation routière se superposent. Il s'agit toutefois d'attirer l'attention sur le fait que la fonctionnalité d'un système de trafic global urbain résulte de l'interaction de tous les modes de transport et de l'ensemble des espaces partiels.

Différenciation spatiale

Pour les villes et les agglomérations, la conduite automatisée comporte des chances potentielles mais aussi des risques et défis prévisibles. Comme les réunions de travail avec le groupe d'accompagnement du projet l'ont montré, un certain scepticisme règne chez les représentantes et représentants des villes et des agglomérations impliquées dans le projet en ce qui concerne les effets imaginables. Du point de vue des villes, l'effet à long terme dépendra fondamentalement de l'exploitation des avantages de la conduite automatisée dans le but de renforcer les transports collectifs. En revanche, l'augmentation probable de l'attrait (relatif) du TIM s'accompagnera d'effets indésirables. Les villes et agglomérations envisagent ainsi de manière particulièrement critique une éventuelle altération du trafic piétonnier et cycliste ainsi que l'aménagement des espaces publics. D'autre part, un autre défi sera aussi de savoir exploiter la grande opportunité qui découle des éventuels gains d'efficacité dans le trafic motorisé au profit du trafic piétonnier et cycliste.

Effets: évaluation plutôt sceptique

À l'heure actuelle, des incertitudes manifestes entourent encore l'évaluation des effets envisageables dans les villes et agglomérations de par les inconnues des développements technologiques. Par ailleurs, au niveau spatial, les effets sur le territoire résultants de l'utilisation des véhicules automatisés ne peuvent pratiquement pas être analysés de manière isolée. Pour la mise en place complète de la conduite automatisée, le système de transport d'une ville doit être planifié à long terme, et est par conséquent influencé par un grand nombre d'autres évolutions au niveau des transports, de la société ou de l'économie. En outre, la cohabitation de véhicules appartenant aux différents niveaux d'automatisation, avec des véhicules non-automatisés et d'autres usagers de la route caractérisera encore pendant des décennies le paysage des transports dans les villes et agglomérations.

5. Possibilités d'action

Sur la base des travaux des modules d'approfondissement, les paragraphes suivants énumèrent des possibilités d'action du point de vue des villes et agglomérations. Ce qui vaut pour les effets vaut aussi pour les possibilités d'action. Il est évident que l'utilisation de véhicules automatisés dans les villes et agglomérations ne peut pas être considérée de manière isolée. Par conséquent, les mesures sont intégrées dans une analyse globale d'aménagement urbain et de planification des transports plus vaste. Pour les villes et agglomérations, le défi de la planification politique globale consiste toujours à mettre en œuvre un trafic respectueux de l'espace urbain et de l'environnement.

Possibilités d'action à large assise

Les possibilités d'action orientées dans différentes directions montrent la façon selon laquelle les responsables peuvent intervenir. Elles ont pour but d'aider les villes à confectionner un paquet de mesures adéquat parmi l'éventail des approches envisageables. Selon la mesure sélectionnée, la participation d'autres acteurs publics (Confédération, cantons, régions) et privés (prestataires de mobilité, entreprises de transport, artisanat local) s'avère facultative ou obligatoire. Selon le moment où le besoin d'action sera constaté, il faudra respectivement mettre en œuvre les mesures à court, moyen ou long terme.

Points de départ pour les villes et les agglomérations

Lors de la fixation de ces périodes, il faut tenir compte du fait qu'un grand nombre des effets présentés ne se feront seulement pleinement ressentir qu'à partir d'un état caractérisé par un pourcentage élevé de véhicules entièrement automatisés. Toutefois, il convient de mettre en œuvre le besoin d'action plus tôt si l'on souhaite obtenir un effet de guidage précoce.

Effet de contrôle précoce

5.1 Planifier la mobilité globalement et de manière compatible pour l'espace urbain

À l'heure actuelle, les villes et les agglomérations sont déjà confrontées au challenge de mettre en œuvre un concept de mobilité dans le respect de leur espace urbain et de l'environnement. Il s'avère donc nécessaire de réfléchir dans quelle mesure la mobilité automatisée peut contribuer à l'état souhaité en ce qui concerne l'élaboration d'un concept de transport global. Pour ce faire, les étapes suivantes sont recommandées:

- Formuler les objectifs en matière de répartition modale, affectations et aménagement des espaces de mobilité tout en tenant compte des éventuels effets de la conduite automatisée sur les objectifs généraux du développement urbain durable (à court terme / tâche permanente).
- Élaborer et adapter des stratégies de mobilité et concepts de transport globaux axés sur ces objectifs. Ceux-ci doivent en particulier présenter comment les objectifs (existants) peuvent être atteints compte tenu de l'utilisation de la mobilité automatisée; là, où cela s'avère opportun, renforcer aussi des stratégies et planifications supracommunales, par ex. dans les programmes d'agglomération (à court et moyen terme)

Objectifs

Stratégies de mobilité

- Guider la demande en mobilité en planifiant les affectations dans l'espace urbain; renforcer une planification harmonisée de l'espace urbain et du trafic (à court terme, tâche permanente) Planification coordonnée
- Promouvoir et privilégier les modes de transport respectueux de l'espace urbain et performants sur la surface tels que les TP, TIP ainsi que le trafic piétonnier et cycliste (à court terme; tâche permanente) Modes de transport performants sur la surface
- Déléguer un groupe de travail urbain interdisciplinaire en charge du thème de la conduite automatisée pour sensibiliser aux effets multiples dans l'espace urbain, augmenter les compétences (d'action) et encourager des solutions intégrales Groupe de travail urbain

5.2 Tester les possibilités, échanger les expériences et élargir le savoir

D'un point de vue actuel, un grand nombre d'opportunités et de défis futurs liés à la conduite automatisée sont difficilement prévisibles ou modélisables. Des tests d'expérimentation et des projets pilotes permettent d'acquérir des expériences et des enseignements relatifs aux effets sur le trafic et sur les espaces. Les villes peuvent échanger les connaissances acquises et les exploiter communément.

- Promouvoir avec la Confédération un «calendrier de tests» pour l'utilisation de synergies et un développement global et progressif des connaissances; accompagnement scientifique des résultats et des études d'acceptation (à court terme) Calendrier de tests
- Définir les conditions-cadres, les critères d'autorisation et le monitoring pour le projet de tests relatifs à la conduite automatisée (à court terme); tenir compte également des effets dans l'espace urbain dans le cadre des projets de tests; différencier la mise en œuvre de projets pilotes et projets de tests aux niveaux thématique et spatial en collaboration avec les entreprises de transport (à moyen et long terme) Projets tests
- Modéliser des scénarios de la conduite automatisée; développer une systématique pour analyser les effets à l'aide d'études de cas (à court terme) Analyse des effets
- Utiliser des nouvelles zones de construction comme «laboratoires d'essais» intégraux et globaux (stationnement, marquages, transbordement de marchandises, etc.) (à moyen et long terme) Laboratoires d'essais
- Organiser des rencontres dédiées à l'échange d'expériences entre les villes et agglomérations; initier des travaux d'approfondissement communs; renforcer des contacts internationaux et utiliser les réseaux transnationaux pour les échanges (à court et moyen terme). Rencontres d'échange d'expériences

5.3 Intégrer les besoins et les requêtes des villes et agglomérations

Pour les villes et agglomérations, la mise en œuvre d'un grand nombre de mesures nécessaires ne s'impose qu'à long terme. D'ici là, il s'agit donc de suivre activement les développements de la conduite automatisée, d'échanger des connaissances et des expériences, d'entretenir la formation des opinions et d'intégrer les besoins et les requêtes des territoires

urbanisés vis-à-vis de la Confédération et des cantons. Les décisions qui favorisent les effets souhaitables de la conduite automatisée ou préviennent les effets indésirables doivent être prises très tôt afin de pouvoir influencer en temps opportun les spécifications fondamentales des instances supérieures. Il est conseillé d'exploiter les possibilités suivantes:

- Utiliser ou établir une plateforme, par ex. au sein de l'Union des villes pour la formation des opinions relatives à la thématique de la conduite automatisée dans le but de concrétiser les requêtes des villes et des agglomérations et de renforcer leur positionnement (à court terme, tâche permanente) Plateforme dédiée à la formation d'opinion
- Observer les développements réglementaires et technologiques aux niveaux international et national; évaluer les éventuels effets sur les villes et les agglomérations et identifier des possibilités d'action (à court terme) Monitoring
- Utiliser les organes tripartites; discuter de façon anticipée des décisions réglementaires avec l'intention de sensibiliser les organes responsables à la situation spécifique des villes et des agglomérations (à court terme, tâche permanente) Sensibilisation dans les organes tripartites
- Intervenir auprès de la Confédération dans le cadre de réglementations importantes; éviter en temps opportun les systèmes (de contrôle) propriétaires; les fonctions de guidage et de contrôle déterminantes pour la gestion du trafic des véhicules automatisés doivent être respectivement réservées aux instances centrales des villes et/ou des régions; les procédures de concessions et d'autorisations pour les offres et les véhicules automatisés doivent être orientées sur les besoins des villes et agglomérations (à court terme, tâche permanente) Prise d'influence sur les réglementations
- Participer à l'échange régulier entre l'Union des villes et la Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement (DTAP) pour intégrer les requêtes au niveau cantonal (à court terme, tâche permanente) Échange avec les cantons
- Se faire entendre dans les Chambres fédérales; organiser des événements en marge de la session parlementaire traitant du sujet; lancement, monitoring et accompagnement actif d'interventions au plan fédéral (à court terme; tâche permanente) Échange au niveau national

5.4 Entretenir les discussions avec la population et augmenter la sensibilisation

Les villes interviennent activement dans la discussion publique aussi bien vers l'extérieur que vers l'intérieur. Elles conduisent le dialogue au sein de la société urbaine et communiquent leurs positions vis-à-vis des autres acteurs. Il s'agit de fournir au public des informations objectives relatives aux opportunités et risques réels de la conduite automatisée. Dans ce contexte, il est conseillé d'utiliser les instruments adaptés suivants:

- Utiliser des plateformes de publication existantes; informer régulièrement sur des aspects de la conduite automatisée envisageables pour la ville; communiquer la plus-value et les opportunités apportées par la technologie (à court terme, tâche permanente) Plateforme de publication
- Organiser des événements publics relatifs au thème (à court terme, tâche permanente) Événements publics
- Entretenir les processus de planification participatifs; aborder des thèmes de la conduite automatisée, collecter les besoins et les attentes, examiner les possibilités de mise en œuvre (à court terme, tâche permanente) Processus de planification participatifs

5.5 Limiter le surplus de trafic

Les nouvelles offres de mobilité des véhicules automatisés et les possibilités d'exécuter des trajets à vide impliquent un surplus de trafic. En prenant des mesures appropriées, cette augmentation peut être réduite et mieux guidée au niveau spatial. Les mesures envisageables suivantes sont conseillées:

- Augmenter le taux d'occupation des véhicules; promouvoir les offres d'autopartage (*ride sharing*) et TIP; privilégier l'autopartage de manière différenciée selon les espaces (à court terme, tâche permanente) Taux d'occupation des véhicules
- Autoriser les trajets à vide selon les modèles commerciaux tout en opérant une différenciation aux niveaux spatial et temporel si cela permet de mieux atteindre les objectifs de mobilité ou, éventuellement, les interdire dans certains espaces partiels (à moyen et long terme) Trajets à vide
- Renforcer l'information et les conseils relatifs aux offres de mobilité; sensibilisation; initialisation et diffusion des bonnes pratiques (*Best Practice*); introduire et renforcer les tâches de gestion dans l'administration urbaine (tâche permanente) Gestion de la mobilité
- Vérifier en collaboration avec la Confédération la tarification de la mobilité (*mobility pricing*) selon la sollicitation du réseau et le taux d'occupation (moyen à long terme) Tarification de la mobilité

5.6 Renforcer les offres de transport collectif

En tant que mode de transport de surface le plus efficace, les transports collectifs (TP et TIP) doivent continuer d'être attrayants, abordables et performants et la répartition modale doit être influencée en faveur des formes de mobilité durables comprenant des offres intéressantes.

- Privilégier ou aménager, selon les besoins, de propres tronçons pour les offres efficaces du trafic public de surface traditionnel (court et moyen terme) Propres tronçons
- Exploiter les opportunités de l'automatisation pour le regroupement (augmentation du taux d'occupation), densification et flexibilisation ainsi que réduction des tarifs (moyen à long terme) Opportunités de l'automatisation

- Discuter conjointement avec les entreprises de transport des possibilités et fonction du TIP comme élément complémentaire dans le trafic urbain (court et moyen terme) Fonction du TIP
- Associer le trafic collectif aux offres de véhicules automatisés individuels et au trafic cycliste; envisager un système MaaS (*mobility as a service*) (moyen et long terme) Mobility as a service

5.7 Gérer et contrôler intelligemment les flux de trafic

Avec une pénétration élevée des véhicules automatisés et un état d'interconnexion dense, le trafic entier peut être géré et contrôlé de manière plus intelligente. Les pics de la demande peuvent ainsi être plus facilement influencés dans l'espace et dans le temps.

- Contrôler les nœuds de manière adaptative et plus efficiente grâce à la réduction des distances entre les véhicules (moyen à long terme) Contrôle des nœuds
- Doser et prioriser le trafic lors de l'entrée dans des secteurs de réseau dont la capacité est critique (moyen à long terme) Dosage
- Employer un routage normatif en faveur d'une optimisation du système global (adaptatif); pondérer l'avantage collectif par rapport à l'avantage individuel (moyen à long terme) Routage
- Élaborer des stratégies relatives aux données; renforcer les connaissances pour le traitement des données; intégrer des perspectives urbaines dans la politique des données en Suisse; rendre accessible au public les données du trafic enregistrées par les véhicules automatisés (court et moyen terme). Stratégies relatives aux données

5.8 Optimiser l'utilisation des surfaces publiques et privées

Les besoins en places de stationnement privées et publiques vont d'une part diminuer grâce à la promotion de l'autopartage et du covoiturage portés par l'automatisation et d'autres nouvelles offres TIP collectives. Ces offres nécessitent d'autre part des zones d'arrêt pour l'embarquement et le débarquement des usagers ainsi que des surfaces de transbordement pour le hargement et le déchargement des marchandises.

- Adapter avec anticipation les directives et règlements applicables au stationnement; vérifier l'obligation de créer des places de stationnement; réduire les quantités maximales de places de stationnement; employer des méthodes appropriées pour soutenir la réaffectation de parkings privés libérés; prévoir des parkings évolutifs et multifonctionnels (court et moyen terme, fonction de contrôle à long terme) Réglementation du stationnement
- Élaborer des concepts de transbordement de marchandises, de zones d'arrêt et de stationnement global; en cas de besoins durables en places de parking, délocaliser les parkings publics situés côté route vers des parkings de quartier (moyen et long terme) Concepts globaux
- «Curbside Management»: définir et réglementer les droits de jouissance (dans l'espace et le temps) des bords de routes; aménager l'espace routier pour visualiser les affectations; utiliser les surfaces libérées, no-

tamment le long des routes pour la promotion du trafic piétonnier et cycliste ou la valorisation de l'espace public (moyen à long terme).

5.9 Garantir la sécurité de tous les usagers de la route

L'automatisation du trafic est notamment portée par l'argument de la sécurité. À long terme, compte tenu d'une pénétration élevée de véhicules hautement automatisés, la sécurité du trafic devrait être nettement améliorée. Cependant, celle-ci diminuera au cours de la période transitoire de trafic mixte (avec des véhicules des niveaux L3 et L4) qui s'étendra vraisemblablement sur plusieurs décennies (FSR 2018). Il convient d'aborder cette évolution en prenant des mesures appropriées.

- Vérifier l'optimisation entre les surfaces de trafic mixte et la segmentation spatiale pour séparer les modes de trafic tout en tenant compte de la typologie des routes (moyen terme) Optimisation des surfaces de trafic mixte
- Fixer des limites de vitesses différentes selon les espaces avec une tendance à une réduction des vitesses maximales dans les zones d'habitation (moyen terme) Vitesses limitées
- Vérifier la possibilité d'aménager des zones interdites pour les véhicules automatisés dans les quartiers caractérisés par des flux de piétons et de cycles considérables tant qu'un nombre important de véhicules conventionnels et de véhicules des niveaux L3 et L4 sont autorisés (moyen terme) Zones bloquées
- Vérifier en particulier pour les systèmes de gestion du trafic hautement techniques à long terme des solutions de repli et les définir selon les besoins (moyen à long terme). Solutions de repli

5.10 Contribuer à une logistique de centres-villes respectueuse de l'espace urbain

Les villes et agglomérations soutiennent les efforts d'entreprises privées visant à l'élaboration de concepts de livraison de marchandises plus efficaces dans l'espace urbain tout en tenant compte de leurs conditions-cadres et objectifs.

- Définir des surfaces adaptées pour le transbordement de marchandises automatisé (ainsi que non-automatisé ou partiellement automatisé) (moyen terme / tâche durable) Surfaces de transbordement de marchandises
- Dans le cadre du développement de zones, examiner les effets imaginables liés aux véhicules automatisés sur les concepts d'exploitation relatifs à l'acheminement, l'élimination ou le transbordement de marchandises (moyen terme) Concepts d'exploitation
- Vérifier les prescriptions relatives à la répartition de détail par des véhicules de livraison automatisés (définition dans le temps et l'espace de l'utilisation des surfaces routières publiques); privilégier des emplacements de retrait communs; vérifier les possibilités de regrouper les livraisons «porte à porte»; entretenir des échanges et/ou coopérations avec des tiers qui développent des solutions dédiées au «dernier mètre» (court terme / tâche permanente). Répartition de détail

6. Effets à grande échelle sur la structure du milieu bâti

6.1 Hypothèses et constatations issues de l'étude de base

Outre les voies de développement pour le TIM (trafic des personnes et trafic des marchandises) et pour les TP routiers (trafic des personnes) présentées au chapitre 2.3.3, les TP ferroviaires (trafic des personnes) sont également pris en compte pour analyser les effets sur la structure du milieu bâti. A cet égard, l'analyse considère seulement l'état d'automatisation complète (L 5).

Ciblage sur l'état 5

L'état 5 montre un développement sans interventions réglementaires (chap. 2.3.1). Dans l'état 5, la conduite automatisée est autorisée partout et en tout temps – donc aussi avec des véhicules entièrement automatisés (L5) qui ne requièrent plus de permis de conduire et autorisent aussi des trajets à vide. Pour la majeure partie des véhicules, il s'agit au moins de véhicules à automatisation limitée (L4) et plus de la moitié du parc véhicules dispose déjà de technologies entièrement automatisées (L5). Les modèles plus anciens qui circulent encore ne jouent qu'un rôle subordonné. Dans les TP routiers, les TP adaptatifs appartiennent au service régulier sur l'ensemble du réseau. Dans beaucoup de cas, il existe encore des arrêts qui ne sont plus systématiquement des points fixes déterminants dans le système. Le TP ferroviaire est doté d'une technique qui autorise la conduite automatisée sans mécanicien (L4). Par ailleurs, d'autres véhicules à partir du niveau L3 sont encore admis (véhicules avec personnes d'accompagnement, mais sans mécanicien).

Description de l'état 5

6.2 Types d'espaces

Pour reconnaître les effets à grande échelle de la conduite automatisée sur la structure du milieu bâti, on analyse l'importance des changements subis dans les trois types d'espaces:

Trois types d'espaces

- Noyau urbain (ville): villes-centres et communes-centres des agglomérations avec une densité d'habitants et de postes de travail élevée
- Zone d'influence des noyaux urbains (agglomération): les agglomérations sont caractérisées par une certaine quantité de mouvements des pendulaires vers/au départ du noyau urbain.
- Territoires hors de l'influence des noyaux urbains (territoire): le territoire est caractérisé par des densités basses et des quantités de mouvements des pendulaires en direction du noyau urbain minimales.

6.3 Effets sur le trafic résultant de l'utilisation de véhicules automatisés et leurs effets dans les types d'espaces

Par analogie à l'analyse dans l'espace urbain (voir chapitre 3), les principaux effets sur le trafic résultant de l'utilisation de véhicules automatisés sur la structure de l'espace bâti sont récapitulés dans les paragraphes suivants tout en se basant sur les constatations issues de l'étude de base ainsi que d'autres modules d'approfondissement. Les effets probables sont différenciés au niveau spatial.

6.3.1 Distance parcourue et capacités

La distance parcourue est exprimée en kilomètres. Celle-ci augmente de manière significative jusqu'à l'état 5 pour les véhicules individuels vu que de nouveaux groupes d'usagers font leur apparition et que le temps de trajet peut être utilisé différemment, par ex. pour travailler. Du côté du trafic des marchandises, le nombre de trajets augmente pour les petits véhicules, toutefois de manière minime. En revanche, dans les transports publics conventionnels par la route et le rail, la distance parcourue demeure plus ou moins constante.

Distance parcourue

Le nombre maximal de véhicules par unité temporelle sur un tronçon de route est mesuré à l'aide de la capacité du tronçon. La capacité sur les routes à grand débit augmente au passage à l'état 5 et, cela, malgré une vitesse maximale autorisée constante. Cela s'explique notamment par l'harmonisation des vitesses observées et la légère diminution des distances entre les véhicules. La stabilité du flux de trafic s'accroît. La dispersion de la capacité diminue avec la progression du nombre de véhicules automatisés. Les effets de capacité peuvent éventuellement contribuer à ce que certaines constructions d'infrastructure ne s'imposent pas ou seulement à un moment ultérieur.

Capacités

Il convient de peser les avantages et les inconvénients des changements relatifs à la distance parcourue et aux capacités pour analyser les effets à grande échelle. Dans ce contexte, Meyer et al. (2016) ont examiné l'influence des véhicules automatisés sur l'accessibilité des communes suisses.

Interaction entre la distance parcourue et les capacités

Bien que la plus grande croissance de la distance parcourue soit escomptée en ville, cet espace fournit la moindre possibilité d'augmentation des capacités. Par conséquent, on peut extrapoler que la distance parcourue peut être supérieure aux capacités, ce qui peut nuire à l'accessibilité. La modification concernant l'attrait du type d'espace «Ville» dépend notamment de répondre à la question si et comment la durée du trajet peut être exploitée. Dans l'agglomération, on peut supposer que les distances parcourues et les capacités progressent environ de manière uniforme. Le surplus de trafic devrait donc, selon la taille et la desserte de l'agglomération, pouvoir être couvert par les capacités accrues, sans pertes d'accessibilité. Par conséquent, on peut donc tabler sur un attrait légèrement en progression dans les agglomérations. La plus grande influence positive envisageable concerne les espaces ruraux. Suite à la réduction des embouteillages sur les axes principaux et autoroutes, le temps de trajet enregistré

Effets différenciés selon les espaces

une très forte réduction dans ces espaces en raison du gain de capacités (Meyer et al. 2016).

6.3.2 Offres de trafic collectif

Bien que l'automatisation modifiera le trafic collectif, les TP conventionnels (trains, trams, bus) continueront de représenter à l'avenir le moyen de transport de surface le plus efficace. En raison de ses avantages en termes de capacités, ils continueront de former la structure de base du système TP dans et entre les villes et agglomérations. Les flux de pendulaires considérables continueront vraisemblablement d'emprunter le rail puisque ce mode de transport permet le regroupement spécifique en corridors de flux de personnes considérables.

Les TP conventionnels demeurent l'épine dorsale

Les nouveaux types de prestations dans le trafic individuel public (TIP) viendront compléter l'éventail des offres. Du point de vue du client, elles sont attrayantes parce qu'elles représentent une alternative au propre véhicule. Par ailleurs, l'utilisateur ne rencontre pas ou très peu de modifications de la durée du trajet ni une nette altération du confort. Le potentiel pour une modification du choix du moyen de transport n'est toutefois pas classé au même niveau dans tous les espaces. On envisage que les offres de transport individuelles et collectives, notamment dans les espaces et périodes caractérisés par une faible demande, connaîtront les plus grands gains en termes de tarification. Avec les bus, ils pourront proposer les prix les plus bas par kilomètre-passager.

Nouvelles offres dans le TIP

Les gains de rationalisation résultant de la suppression du conducteur permettent d'élargir les offres ou de réduire les prix. De plus, dans les transports urbains et suburbains, les offres adaptatives peuvent améliorer les liaisons tangentielles ou les dessertes des quartiers. On peut supposer l'intervention tant des véhicules automatisés privés que collectifs (EBP 2018).

Espaces urbains et suburbains

Les avantages de la conduite automatisée dans les espaces ruraux découlent principalement de la flexibilisation des offres. Toutefois, il faut considérer que le nombre de véhicules automatisés sera inférieur à celui qui circule dans les villes et agglomérations. Plus le potentiel de demande baisse, plus la structure spatiale est dispersée (EBP 2018): les nouvelles offres dans les espaces ruraux doivent plutôt être considérées comme des produits de niche. Les véhicules privés autonomes individuels y jouent un rôle plus important que les véhicules collectifs (EBP 2018). Dans l'espace rural, la conduite automatisée présente cependant l'inconvénient d'un important pourcentage de trajets à vide résultant de la faible demande. En ce qui concerne le trafic ferroviaire, on peut tabler sur une diminution constante des trajets au départ et à destination de l'espace rural qui s'explique notamment par l'absence de compétitivité au niveau des tarifs.

Espaces ruraux

6.3.3 Formes de trafic et de transbordement des marchandises

Du côté du trafic de marchandises, une utilisation modifiée des structures ferroviaires et routières est envisageable en raison de l'automatisation du trafic. D'une part, on envisage une tendance accrue privilégiant des envois

Nouvelles formes de trafic et de transbordement des marchandises

de taille plus petite qui va de pair avec le changement dans le comportement d'achat (commerce en ligne). Alors que le trafic de personnes généré pour l'approvisionnement en marchandises diminuera, le trafic de marchandises correspondant augmentera (EBP 2018). Il en résulte un surplus de trafic vu que les camions sont remplacés par un nombre supérieur de voitures de livraison. D'autre part, la conduite automatisée permet aux camions de circuler en convoi compte tenu de faibles distances entre les véhicules (convoi routier ou *platooning*) et de circuler de manière plus efficace sur des tronçons plus longs. Cela augmente la capacité du réseau routier et réduit la consommation de carburants ainsi que les nuisances pour l'environnement.

L'automatisation dans le trafic des marchandises et, corrélativement, le transbordement de marchandises apporte dans les zones densément peuplées des villes et agglomérations des possibilités de regroupement et des gains d'efficacité : des envois toujours plus petits peuvent être distribués automatiquement par l'intermédiaire de services de retrait centralisés ou décentralisés. Certains avantages existent aussi dans l'espace rural vu que les territoires périphériques peuvent être desservis de manière plus simple et plus avantageuse qu'aujourd'hui grâce à la livraison automatique.

Effets différenciés selon les espaces

6.3.4 Besoins en places de stationnement

L'importance des possibilités de stationnement diminue notamment dans l'état 5 dans la mesure où l'autopartage augmente notamment aux dépens de la voiture individuelle en propriété. Le stationnement avec des véhicules complètement automatisés n'est plus lié à un site particulier ; une fois que l'utilisateur a atteint sa destination, le véhicule complètement automatisé poursuit son trajet.

Besoins en places de stationnement

La modification et la réduction des besoins en places de stationnement se répercutent principalement dans les centres de quartiers et de villes. Le temps de trajet diminue vu que l'utilisateur ne doit plus investir de temps pour rechercher une place de stationnement. Par conséquent, il en résulte un gain d'accessibilité ce qui peut augmenter l'attrait visant à faire la navette vers des espaces centraux.

Effets différenciés selon les espaces

Un autre facteur difficile à évaluer est celui de l'attrait de l'espace de destination. En effet, un gain d'attrait peut résulter pour les centres urbains et les centres de quartiers et de villes si moins de véhicules stationnent le long des routes et si les surfaces libérées peuvent être aménagées pour remplir des fonctionnalités urbaines. Par contre, les véhicules automatisés circulant sans cesse peuvent aussi avoir des répercussions négatives sur l'attrait de l'espace urbain.

6.4 Conclusion

La conduite automatisée génère plusieurs effets qui se traduisent différemment selon le type d'espace. Toutefois, on peut supposer que des effets sur la structure de l'espace bâti ne se feront ressentir que lorsque le trafic collectif (TP, TIP) ainsi que le TIM exploiteront largement l'automatisation. La structure de l'espace devrait être modifiée en particu-

L'espace rural gagne en attrait

lier par les modifications de l'accessibilité dans le TIM. Les espaces ruraux devraient en profiter au maximum. Les gains de capacité génèrent des gains d'accessibilité substantiels. Ceux-ci augmentent l'attrait en tant que lieu de résidence vu que les postes de travail dans les centres sont plus facilement accessibles. Par ailleurs, l'utilisation du temps de trajet augmente l'attrait à se rendre dans les espaces centraux. À cela vient s'ajouter que, notamment dans les espaces ruraux caractérisés un nombre restreint d'offres TP, des groupes d'usagers supplémentaires comme les enfants ou les personnes âgées peuvent améliorer leur mobilité. Inversement, les espaces ruraux peuvent aussi améliorer leur attrait en tant que sites de loisirs et de détente. Ici aussi la maximisation des gains d'accessibilité est un argument déterminant. Les espaces de loisirs dans l'espace rural se rapprochent plus dans le temps. Finalement, grâce au commerce en ligne et à la livraison de colis automatisée, un autre inconvénient des espaces périphériques peut s'estomper.

Dans les villes et agglomérations, il faut en revanche tabler sur des gains d'accessibilité faibles, voire même négatifs. Le surplus de trafic d'une part et les capacités limitées d'autre part peuvent faire gonfler les surcharges. Le TP conventionnel (trains, trams, bus) représente aussi à l'avenir le moyen de transport de surface le plus efficace et continue de former la structure de base du système des TP dans et entre les villes et agglomérations. Pour pouvoir évaluer si la conduite automatisée génèrera un surplus de trafic dans les villes et agglomérations, il faut tenir compte des facteurs essentiels «utilisation du temps de trajet» et «points fixes temporels». Si le temps de trajet peut être utilisé et que l'arrivée ne doit pas intervenir à une heure précise, les gains d'accessibilité négatifs peuvent être relativisés. Le surplus de trafic probable et la faible distance entre les véhicules menacent de miner la qualité de vie et de séjour dans les espaces urbains.

Surplus de trafic
attendu dans les
villes et les
agglomérations

En raison des ajustements de l'attrait, on peut escompter une tendance continue ou accrue du mitage dans l'espace rural. Le TP conventionnel en tant qu'épine dorsale du développement urbain pourrait perdre en importance, le territoire pourrait subir un développement dispersé. Gelauff et al. (2017) citent toutefois un effet contraire de l'automatisation en se basant sur une simulation de modèles élaborée pour la Hollande. Ils constatent que les gains d'efficacité dans le TP et les nouvelles formes d'offres peuvent augmenter l'attrait des espaces urbains et les tendances d'urbanisation existantes. Pour les effets sur la structure de l'espace bâti, l'interaction et la concurrence entre le TIP et le trafic collectif seront considérables. Il est essentiel que la concurrence tarifaire et économique entre les véhicules automatisés et le trafic collectif se développe et que la répartition modale soit influencée pour certaines relations.

Toutefois, les effets spatiaux ne pourront pas être déterminés sur la base d'une simple comparaison entre le territoire et la ville. L'analyse des effets probables dans des espaces urbains a montré que les effets dans les villes et agglomérations peuvent se présenter de manière très différente selon le contexte spatial (chap. 4.6). Meyer et al. (2016) escomptent dans l'espace rural la plus grande influence positive des véhicules automatisés sur l'accessibilité de communes rurales bien desservies. Par contre, les in-

fluences dans les zones alpines éloignées ne se font pratiquement pas ressentir.

Les effets de la conduite automatisée au niveau spatial sont entourés d'incertitudes majeures. Plusieurs études actuelles se basent inévitablement sur des hypothèses et simplifications. Les effets de la conduite automatisée ne peuvent pas être isolés dans une interaction spatiale complexe. Le processus de sélection d'un site par des particuliers ou des entreprises est complexe et influencé par de nombreux facteurs. Par conséquent, la mobilité automatisée à elle seule ne saura pas fondamentalement modifier le rapport entre les espaces. D'autres développements comme l'évolution démographique, la numérisation et des chaînes de plus-value modifiées ou des influences climatiques joueront un rôle tout au moins aussi important.

Effets spatiaux
comme interaction
complexe

La question de savoir dans quelle mesure les décalages de l'attrait entre les espaces se répercuteront sur la structure de l'espace bâti en raison de la conduite automatisée dépendra largement de la réglementation de la conduite automatisée ainsi que du développement de l'urbanisation et du trafic. Avec la révision de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT 1) et la mise en œuvre dans les plans directeurs des cantons, la Confédération et les cantons souhaitent mieux utiliser les zones à bâtir existantes et influencer le développement de l'urbanisation vers l'intérieur. Le rôle du trafic comme «aménagiste secret» devrait ainsi être limité.

Gestion du trafic et
du développement
urbain

La gestion de la mobilité doit, tant dans les villes et agglomérations qu'aux niveaux national et cantonal, respecter l'espace et l'environnement. Cela exige une planification harmonisée du trafic et de l'espace qui tient compte des effets envisageables de la conduite automatisée. Dans ce contexte, la conduite automatisée offre la chance d'optimiser les chaînes de mobilité, d'améliorer la liaison entre les différents modes et moyens de transport et de renforcer une mobilité combinée.

Possibilité de réaliser
une mobilité
combinée

A1 Niveaux d'automatisation dans le trafic routier

L°	Dénomination	Exemples	Conducteur				Système		
			Guidage longitudinal et guidage transversal (gl et gt)	Surveillance	Capacité à reprendre les commandes	Permis de conduire	Guidage longitudinal et guidage transversal	Reconnaissance de toutes les limites du système	État de risque minimal ⁵
0	Conduite 100% conventionnelle	Véhicule conventionnel avec alerte franchissement de ligne et alerte collision	toujours	Surveillance en permanence	À tout moment	Oui, sous la forme actuelle	Aucun	Reconnaissance des limites du système inexistante	État de risque minimal non atteint
1	Systèmes d'assistance	Systèmes d'assistance au freinage, au stationnement (gt seulement), de maintien de trajectoire, d'angle mort, régulateur de vitesse adaptatif <i>lane centering</i>	À la demande du conducteur, transfert du gl <u>ou</u> du gt au système, temporairement et dans des situations spécifiques				gl ou gt à la demande du conducteur, temporaire, situation spécifique		
2	Automatisation partielle	Régulateur de vitesse adaptatif avec <i>lane centering</i> , assistant de conduite sur autoroute	À la demande du conducteur, transfert du gl <u>et</u> du gt au système, temporairement et dans des situations spécifiques				gl <u>et</u> gt à la demande du conducteur, à tout moment		
3	Automatisation élevée	Chauffeur sur autoroute	Transfert systématique du gl <u>et</u> du gt au système, total, dans des cas d'application définis	Surveillance non permanente	Ordre de reprise de la conduite avec anticipation suffisante	Oui, mais le cas échéant, sous une forme adaptée	Total, dans des cas d'application définis	Reconnaissance de toutes les limites du système	Pas dans toutes les situations
4	Automatisation limitée	Pilote automatique sur autoroute, système anticollision automatique, pilote automatique de stationnement		Pas de surveillance					Jamais
5	Automatisation complète partout, à tout moment	Voiture-robot	Transfert systématique du gl <u>et</u> du gt au système, total et dans toutes les situations						

Niveaux d'automatisation: diminution de la responsabilité du conducteur (bleu) et augmentation des fonctions du système (rouge). Les exemples mentionnés: assistant de conduite sur autoroute (L2), chauffeur sur autoroute (L3) et pilote automatique sur autoroute (L4) sont censés refléter une augmentation de l'automatisation ou une intensification de la conduite par «le système» sur l'autoroute.

5 État de risque minimal: aptitude à atteindre un état de risque minimal, s'appuyant sur les règles de la Commission d'éthique du Ministère fédéral allemand des Transport et des Infrastructures numériques (BMVI): «Dans les situations d'urgence, le véhicule doit parvenir de façon autonome, c'est-à-dire sans intervention humaines, à un «état de sécurité». (BMVI, 2017, p. 13)

A2 Effets de l'utilisation de véhicules automatisés sur le système de transport

Description de l'effet sur le trafic	
État 3	État 4
<p>Effets de la conduite automatisée sur le système de transport</p>	<p>État 5</p>
<p>Densités du trafic Distance parcourue mesurée en kilomètres-véhicules et <i>Influence par</i> : importance du TRD (choix du mode de transport), utilisation de la durée de déplacement, parts du car sharing / ride sharing, importance des trajets à vide, nouveaux groupes d'utilisateurs.</p>	<p>Augmentation de la distance parcourue dans le TIM d'env. 70% par rapport à l'état 1. Réduction des coûts liés à la durée du trajet (gains réinvestis partiellement dans des temps de déplacement supplémentaires). Part TRD accrue : env. 15% de la distance parcourue de l'état 5 (la part de la demande provient de la demande TIM et d'une part de la demande TP). Trafic de marchandises : tendance fortement accrue vers une augmentation des trajets avec des véhicules plus petits.</p>
<p>Surface de stationnement Surface de stationnement requise mesurée en nombre de places de parking (privées, publiques) et <i>Influence par</i> : importance du TRD (choix du mode de transport), utilisation de la durée de déplacement, parts du car sharing / ride sharing, importance des trajets à vide.</p>	<p>Augmentation de la distance parcourue dans le TIM d'env. 40% par rapport à l'état 1. Réduction des coûts liés à la durée du trajet (gains réinvestis partiellement dans des temps de déplacement supplémentaires). Part TRD accrue : env. 10% de la distance parcourue de l'état 4 (la part de la demande provient de la demande TIM et d'une part de la demande TP). Trafic de marchandises : tendance légèrement accrue vers une augmentation des trajets et des véhicules plus petits.</p>
<p>Effets sur le trafic sur le tronçon Capacité mesurée en nombre de véhicules maximal par unité de temps (dans une section transversale) et <i>Influence par</i> : distance entre les véhicules, vitesse, flux de circulation.</p>	<p>Légère augmentation de la surface de stationnement requise (équivalente à la distance parcourue). Sur les RGD, augmentation de la capacité d'env. 15 à 20%. Comportement vitesse plus uniformisé.</p>
<p>Gestion du neud Capacité mesurée en nombre de véhicules maximal par unité de temps qui peuvent traverser le neud et <i>Influence par</i> : temps nécessaire moyen pour chaque véhicule pour traverser le neud, vitesse de déchargement, optimisation de la gestion du neud.</p>	<p>Sur les RGD, augmentation de la capacité d'env. 10%. Faibles augmentations de capacité, de l'ordre d'env. 10%. Augmentations de capacité moyennes, de l'ordre d'env. 20%.</p>
<p>Offres de TP automatisés (bus « à la demande », TRD) <i>Influence des types d'offres TP sur l'infrastructure et la surface nécessaires</i> <i>Influence par</i> : conception de l'offre (TRD, lignes, etc.), concepts des arrêts, taille de la flotte, lignes, circulation sur des lignes défilées, priorisation.</p>	<p>Avec la création du TRD (concurrence aux TP classiques), zones d'arrêt supplémentaires requises. Véhicules supplémentaires (minibus) requis pour la nouvelle offre. Priorisation des TP avec voies de bus afin de garantir l'attrait et promouvoir le regroupement (pour augmenter l'efficacité du système de transport). Le tram requiert davantage d'espace uniquement sur les tronçons isolés.</p>
<p>Formes de trafic et de transbordement des marchandises <i>Influence des formes de trafic et de transbordement des marchandises sur les arrêts et les surfaces de déchargement nécessaires</i> <i>Influence par</i> : personnel à bord du véhicule, tendance vers des envois plus petits et plus fréquents.</p>	<p>Uniquement possible : véhicules de transports de marchandises avec conducteur (ou accompagnateur), en ce qui concerne les surfaces de transbordement requises, aucun changement significatif.</p>
	<p>La possibilité d'utiliser des véhicules de transport de marchandises sans chauffeur implique la nécessité d'améliorer les surfaces de transbordement clairement définies pour les marchandises. En règle générale, une surface plus importante qu'à l'état 4 est requise. Des voitures particulières entièrement automatisées autorisent « la prise en charge sans chauffeur » de marchandises. Peut mener à une augmentation du trafic, de même, le cas échéant à des besoins accrus de places de parking près des magasins ou des entreprises de logistique et de production.</p>

A3 Effets sur le paysage de la mobilité: axe de circulation principal

n°	Thème	État actuel	Changement
1	Surface de stationnement	Pas de places de parking le long de l'axe de circulation principal, places de parking le long des rues transversales; accès direct aux parcs de stationnement aériens et souterrains	Aucun changement
2	Nombre de voies	Quatre voies, voies TP partiellement intégrées ou séparées (tram ou bus); pas de trottoir ou seulement d'un côté, souvent pas de voie cyclable séparée	Nécessité d'aménager des voies réservées aux véhicules de grande taille (camions, pompiers, etc.).
3	Largeur de voie	Largeur de voie normale	Excepté les voies réservées aux véhicules de grande taille, la largeur des voies peut être réduite vu que les véhicules L4 et L5 seront généralement plus petits et circuleront de manière plus précise grâce à l'automatisation.
4	Signalisation et panneaux	Les noeuds sont équipés d'installations de signaux lumineux, de panneaux de signalisation spécifique pour les trams et les bus, signaux d'indication de direction, de vitesse, de prescriptions et d'interdictions	Réduction possible de la signalisation pour les véhicules, signalisation/renseignement alternatifs nécessaires pour les cyclistes et les piétons
5	Infrastructure de communication	Faible disponibilité	Les besoins en infrastructure de communication augmentent; des boîtiers techniques supplémentaires près des noeuds s'imposent pour le traitement des données et la communication C2I (car to infrastructure).
6	Marquages au sol	Marquages au sol pour ligne d'arrêt lignes de guidage / de bordure et interdictions	Les marquages au sol gagneront en importance comme lignes de guidage vu que les véhicules automatisés s'y orientent.
7	Possibilités de traversée	Passages pour piétons bien espacés, pas de possibilités de traversée sur toute la surface en raison du trafic pondéral extrême et des vitesses élevées (50 à 60 km/h)	Aucun changement
8	Arrêts et surfaces d'arrêt	Pas de surfaces d'arrêt pour le TIM, zones d'arrêt séparées pour les TP	Les arrêts TP existants peuvent aussi être utilisés par le TIP. Les arrêts TP classiques peuvent en partie être supprimés (mélange d'arrêts fixes et d'arrêts à la demande)
9	Points et surfaces de transbordement de marchandises (pour la livraison de magasins et de clients finaux)	Pas de surfaces de transbordement le long de l'axe de circulation principal, accès possible par les rues transversales	Dans l'espace urbain, la circulation des camions n'est plus autorisée que sur les axes de circulation principaux jusqu'aux points de transbordement des marchandises. La répartition de détail s'effectue par des transports de petites marchandises L5 et requiert donc de nouveaux noeuds de transbordement de marchandises.

A4 Effets sur le paysage de la mobilité: artère centrale

n °	Thème	État actuel	Changement
1	Surface de stationnement	Stationnement le long de la rue, en partie accès direct aux parcs de stationnement souterrains, stationnement le long des rues transversales	Possibilité de supprimer entièrement les places de parking le long de la rue; stationnement dans les parcs de stationnement centralisés.
2	Nombre de voies	Une à quatre voies, généralement deux voies. Souvent, trottoir des deux côtés, possibilité d'aménager une voie de bus séparée et/ou une voie de tram intégrée; en partie, voie cyclable séparée	En cas de suppression de surfaces de stationnement, possibilité d'aménager une voie supplémentaire (distance parcourue +70%), l'utilisation mixte des voies de circulation diminuera généralement.
3	Largeur de voie	Largeur de voie normale	Largeur de voie réduite parce que la majeure partie des véhicules appartient pour le moins au niveau L4, ce qui autorise un tracé de chaussée plus précis. L'accès pour le véhicules de grande taille (par ex. pompiers) doit toutefois être garanti.
4	Signalisation et panneaux	Les carrefours sont équipés d'installations de signaux lumineux, de signalisation spécifique pour les bus et les trams, panneaux et indicateurs de direction, de vitesse, de prescriptions et d'interdictions	Réduction possible de la signalisation pour les véhicules, signalisation/renseignement alternatifs nécessaires pour les cyclistes et les piétons
5	Infrastructure de communication	Faible disponibilité	Les besoins en infrastructure de communication augmentent; des boîtiers techniques supplémentaires près des nœuds s'imposent pour le traitement des données et la communication C2I (car to infrastructure).
6	Marquages au sol	Marquages au sol pour ligne d'arrêt, lignes de guidage / de bordure et interdictions	Les marquages au sol gagneront en importance comme lignes de guidage vu que les véhicules automatisés s'y orientent.
7	Possibilités de traversée	Passages pour piétons rapprochés; en partie, possibilités de traversée sur toute la surface disponibles	La possibilité de traversée est plus limitée sur la surface est plus limitée car la distance parcourue pourrait augmenter d'environ 70% par rapport à l'état 1 et l'intervalle de temps entre les véhicules tend à diminuer.
8	Arrêts et surfaces d'arrêt (pour le TIP, TIM et TP)	Possibilité d'arrêt uniquement en présence de place de parking libres; arrêts TP intégrés; en partie, arrêts TP séparés	Nécessité d'aménager des surfaces d'arrêt réservées au TIP et TIM (VA L5). Les surfaces d'arrêt TP existantes peuvent aussi être utilisées par le TIP.
9	Points et surfaces de transbordement de marchandises (pour la livraison de magasins et de clients finaux)	Pas de surfaces de transbordement séparées, livraison par arrêt sur les places de parking disponibles ou livraison par les rues transversales ou les rues situées à l'arrière	Nécessité d'aménager des places de transbordement réservées aux transports de petites marchandises automatisés (par ex. système de casiers), robots livreurs sur les trottoirs.

A5 Effets sur le paysage de la mobilité: route de quartier

n°	Thème	État actuel	Changement
	Surface de stationnement	Stationnement sur le terrain privé, accès directs aux parkings souterrains, places de parking le long des routes du quartier	Une partie des places de parking le long de la route et sur les terrains privés peut être supprimée vu que les véhicules automatisés peuvent utiliser des parcs de stationnement centralisés (trajets à vide).
1			
2	Nombre de voies	Souvent, chaussée à voie centrale banalisée, en partie à une ou deux voies, trafic mixte	Aucun changement
	Largueur de voie	Largueur de voie normale; en partie largeur de voie réduite (chaussée à voie centrale banalisée)	Pour les chaussées à une ou deux voies, possibilité de réduire la largeur des voies vu que la majeure partie des véhicules appartient pour le moins au niveau L4, ce qui autorise un tracé de chaussée plus précis. L'accès pour les véhicules de grande taille (par ex. pompiers) doit toutefois être garanti.
3			
	Signalisation et panneaux	Souvent, pas d'installations de signaux lumineux, les nœuds fonctionnent selon la priorité de droite/règles de priorité; en partie, avec des panneaux de direction, de vitesse, de prescriptions et d'interdictions	Réduction possible de la signalisation pour les véhicules, signalisation / renseignement alternatifs nécessaires pour les cyclistes et les piétons
4			
5	Infrastructure de communication	Pratiquement inexistante	Aucun changement
	Marquages au sol	En partie, marquages au sol pour le tracé de la chaussée, stops et interdictions existants	Les marquages au sol pour le tracé de la chaussée gagnent en importance vu que les véhicules automatisés s'y orientent.
6			
	Possibilités de traversée	Excellentes possibilités de traversée sur toute la surface en raison du trafic faible; en partie, passages pour piétons	Amélioration des possibilités de traversée sur la surface vu que les VA circuleront à des vitesses inférieures (pour des raisons techniques), les passages piétons peuvent généralement être supprimés
7			
	Arrêts et surfaces d'arrêt (pour TIP, TIM et TP)	Possibilités d'arrêt continues pour le TIM, zones d'arrêts TP intégrées	Possibilités d'arrêt à tout moment pour les véhicules L5 et TIP; aucune surface d'arrêt spéciale nécessaire compte tenu du faible trafic dans les quartiers
8			
	Points et surfaces de transbordement de marchandises (pour la livraison de magasins et de clients finaux)	Pas de surfaces de transbordement séparées, livraison des marchandises en s'arrêtant le long de la route de quartier	Nécessité d'aménager des places de transbordement réservées aux transports de petites marchandises automatisés (par. ex. système de casiers)
9			

A6 Effets sur le paysage de la mobilité: zone artisanale

n°	Thème	État actuel	Changement
	Surface de stationnement	Stationnement sur les terrains privés; en partie parcs de stationnement aériens et souterrains communs; en partie stationnement le long des rues de desserte	Possibilité de supprimer les places de parking le long de la rue et sur les terrains privés vu qu'ici, les véhicules automatisés utilisent les parcs de stationnement centralisés.
1			Aucun changement
2	Nombre de voies	Généralement une à deux voies, en partie chausmée à voie centrale banalisée	Aucun changement
3	Largeur de voie	Largeur de voie partiellement augmentée vu que des camions circulent sur cette route	Aucun changement
	Signalisation et panneaux	Les carrefours sont équipés d'installations de signaux lumineux, de panneaux et d'indicateurs de direction, de vitesse, de prescriptions et d'interdictions	Réduction possible de la signalisation pour les véhicules, signalisation/renseignement alternatifs nécessaires pour les cyclistes et les piétons
4			Les besoins en infrastructure de communication augmentent; des boîtiers techniques supplémentaires près des noeuds s'imposent pour le traitement des données et la communication C2I (car to infrastructure).
5	Infrastructure de communication	Faible disponibilité	Les marquages au sol gagneront en importance comme lignes de guidage vu que les véhicules automatisés s'y orientent.
	Marquages au sol	Marquages au sol existants pour le tracé de la chaussée, les lignes d'arrêt/stop et les interdictions	Aucun changement
6			Nécessité d'aménager des zones d'arrêt réservées au TIP et TIM (VA L5).
	Possibilités de traversée	Possibilités de traversée ponctuelle aux passages pour piétons, possibilités de traversée sur toute la surface en raison du trafic partiellement moyen envisageables partiellement.	Équipement des surfaces de transbordement avec des systèmes pour la livraison de marchandises automatisée.
7			
	Arrêts et surfaces d'arrêt (pour TIP, TIM et TP)	Possibilités d'arrêt disponibles pour le TIM au-delà des entrées et sorties; souvent, possibilités d'arrêt sur des terrains privés (esplanades); zones d'arrêt TP intégrées; en partie zones d'arrêt TP séparées	
8			
	Points et surfaces de transbordement de marchandises (pour la livraison de magasins et de clients finaux)	Surfaces de transbordement séparées, en avant-poste, accessibles depuis la route de la zone artisanale	
9			

A7 Effets sur le paysage de la mobilité: centre de transport multimodal

n°	Thème	État actuel	Changement
1	Surface de stationnement	Pas de stationnement pour les particuliers le long de la route; en partie, parcs de stationnement à proximité du centre multimodal	Aucun changement
2	Nombre de voies	Selon le type de centre multimodal, surfaces disponibles utilisées différemment (voies pour les bus, trams, véhicules privés)et, souvent déjà épuisées actuellement	En présence de voies TP séparées (bus, tram), celles-ci peuvent aussi être utilisées par le TIP
3	Largeur de voie	Largeur de voie normale	Aucun changement
4	Signalisation et panneaux	Les carrefours sont équipés d'installations de signaux lumineux, de panneaux de signalisation spécifiques pour les bus et les trams, panneaux de direction, de vitesse, de prescriptions et interdictions	Réduction possible de la signalisation pour les véhicules; signalisation/renseignement alternatifs nécessaires pour les cyclistes et les piétons
5	Infrastructure de communication	Faible disponibilité	Les besoins en infrastructure de communication augmentent; des boîtiers techniques supplémentaires près des noeuds s'imposent pour le traitement des données et la communication C2I (car to infrastructure).
6	Marquages au sol	Marquages au sol pour ligne d'arrêt, lignes de guidage / de bordure et interdictions	Les marquages au sol gagneront en importance comme lignes de guidage vu que les véhicules automatisés s'y orientent.
7	Possibilités de traversée	Possibilités de traversée ponctuelle aux passages pour piétons, possibilités de traversée sur toute la surface sur les voies de trams et/ou de bus	Réduction des possibilités de traversée sur la voie de tram parce que le TIP peut aussi utiliser ces voies
8	Arrêts et surfaces d'arrêt (pour TIP, TIM et TP)	Pas de possibilités d'arrêt pour le TIM, marquages des stations de taxis présents; zones d'arrêt TP séparées et intégrées	Les surfaces d'arrêt TP existantes peuvent aussi être utilisées par le TIP.
9	Points et surfaces de transbordement de marchandises (pour la livraison de magasins et de clients finaux)	Pas de possibilités de transbordement de marchandises	Aucun changement

A8 Bibliographie

- BMVI (2017): Ethik-Kommission - Automatisiertes und vernetztes Fahren. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.
- Conseil fédéral (2016) Conduite automatisée – Conséquences et effets sur la politique des transports. Rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat Leutenegger Oberholzer 14.4169 « Automobilité », 21 décembre 2016, Berne.
- DETEC (2017) DETEC Avenir de la mobilité en Suisse – Cadre d'orientation 2040. Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne.
- EBP (2018): Utilisation de véhicules automatisés au quotidien: les applications envisageables et leurs effets en Suisse. Rapport final sur le module 3c: « Formes d'offres possibles dans le trafic collectif (TP et TIP) ». Pour ordre du Basler Fonds, de l'Union des villes suisses et autres partenaires, 19.04.2018, Zurich.
- EBP (2017a) Utilisation de véhicules automatisés au quotidien: les applications envisageables et leurs effets en Suisse. Rapport final sur l'analyse fondamentale (Phase A). Pour ordre du Basler Fonds, de l'Union des villes suisses et autres partenaires, 24.10.2017, Zurich.
- EBP (2017b) Mobilitätsverhalten und verkehrliche Mengengerüste, Beilagebericht zum Bericht Einsatz automatisierter Fahrzeuge im Alltag – Denkbare Anwendungen und Effekte in der Schweiz, Rapport final sur l'analyse fondamentale (Phase A), 19.9.2017, Zurich.
- FSR, Fonds de sécurité routière (2018): Automatisiertes Fahren. Auswirkungen auf die Strassenverkehrssicherheit. Rapport final du 31 mars 2018.
- Gelauff, G., Ossokina, I., Teulings, C. (2018): Spatial effects of automated driving: dispersion, concentration or both? Eindhoven University of Technology.
- Meyer, J., P.M. Bösch, H. Becker und K.W. Axhausen (2016). Impact of Autonomous Vehicles on the Accessibility in Switzerland, Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung, 1220, IVT, ETH Zürich, Zurich.
- OECD/ITF (2016) Shared Mobility, Innovation for Liveable Cities, Corporate Partnership Board Report.
- OFROU (2016). Conduite automatisée – Conséquences et effets sur la politique des transports. Berne : Confédération suisse.
- UITP (2017) Policy Brief – Autonomous vehicles : a potential game changer for urban mobility, <http://www.uitp.org/policy-briefs>
- Jacob, L. (2018): Die Zukunft der Velonutzung im Kontext automatisierter Fahrzeuge. Seminararbeit, Raumentwicklung und Infrastruktursysteme. Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich.