



DGITM/SAGS/EP
BMVI DG 24
MDDI & MECO

Version 1.0

As at: 8 May 2018

Franco-German-Luxemburgish cooperation on automated and connected driving

Concept for the Cross-border Digital Test Bed



Table of contents

Foreword.....	4
1. Context and General Objectives.....	5
2. Thematic Key Areas.....	6
3. Location.....	9
4. Main Steps.....	10
5. Stakeholders and Governance Principles	11



Annex:

Status

<i>General Information</i>	
Annex 1 : Declaration of Intent	✓
Annex 2: Test Bed Governance: Information Management and Project Selection	✓
Annex 3: Overview of existing Infrastructure and Supporting Road Equipment	✓
Annex 4.1: Test and Experiment Regulatory Framework: Overview [FRENCH/German]	✓
Annex 4.2: Test and Experiments Regulatory Framework in France [French/German]	✓
Annex 4.3: Test and Experiment Regulatory Framework in Germany [German/French]	✓
Annex 4.4: Test and Experiment Regulatory Framework in Luxembourg [German/French]	✓
<i>Thematic Key Areas</i>	
Annex 5.1: Detailed thematic areas for tests and evaluations	✓
Annex 5.2: Cross border continuity of perception functionalities	✓
Annex 5.3: Automation / Connectivity Use-Cases	✓
Annex 5.4.1: Literature Overview of Traffic Impacts of Connected and Automated Vehicles	✓
Annex 5.4.2: Literature Overview of Mobility Impacts of connected and automated Vehicles	✓
Annex 5.4.3. Literature overview of Energy Impact of connected and automated Vehicles	✓
Annex 5.4.4: Users' Survey on Perceptions: Preliminary Consideration	✓
Annex 5.4.5: Main factors of acceptability: Overview of Literature	✓
Annex 5.5: Challenges to Data Access and Use	✓

Foreword

This document presents the context, general objectives, thematic areas, test and evaluation priorities of the French-German-Luxembourgish cross-border Digital Test Bed.

This document aims to express public authorities' (national / federal / regional / local) objectives, view points and expectations; so that the industry could elaborate proposals for experiments and the academia could elaborate proposals for research and studies. Thematic areas and test priorities have been identified at this stage by national or federal authorities of the three countries, in concertation with regional and local authorities.

These thematic areas test and evaluation priorities have to be challenged by the industry and academia in order to establish a consolidated set of priorities for the test bed. To this end, this document should be considered as a support for consultation. In order to allow a fruitful consultation with stakeholders, this document proposes broad thematic areas, as well as more precise test priorities, and various useful context elements such as preliminary governance principles, description of networks, overview of “state of the art” and knowledge gaps on impacts, description of regulatory frameworks. Contributions to this consultation will feed the substance of the project and, inter alia, help to frame the relevant procedures for selecting and, if necessary, financing concrete projects proposals, in 2018.

1. Context and General Objectives

On September 29th, 2016, the Governments of Germany and France launched the "Franco-German Initiative on Electric and Digital Mobility". The objective of the initiative is to enhance cooperation between the two countries in order to progress innovations in the spheres of electric mobility and automated and connected driving. By launching this initiative, the two countries are affirming their joint commitment to a sustainable European transport policy that is fit for the future. In the field of automated and connected driving, the Franco-German initiative provides for cooperation on the following points:

- Assessment of challenges of the use of automated and connected vehicles, with a focus on safety and traffic management impacts, as well as interactions with the infrastructure and other vehicles or road users;
- Assessment of medium-term impacts of automated and connected driving on mobility and the environment;
- Identification of the need for joint experimental or pilot projects;
- Exchange of experiences regarding driving skills and training needs.

In connection with these points an agreement was reached on the establishment of a cross-border "Franco-German Digital Test Bed" for automated and connected driving on 8 February 2017. The test bed serves to promote the deployment and trialling of technologies for automated and connected driving in cross-border operations and in real life conditions. The interaction between motorway, rural and urban traffic is to be future-proofed across national borders. In particular, the following objectives should be emphasized:

- The test bed is to provide a technologically neutral offer to industry and academia for testing innovative technologies.
- A joint exchange of experience based on experiments results of industry and academia especially regarding juridical and technical issues encountered during the cross-border testing of automated and connected driving technologies is to be established.
- On this basis the impacts and potentialities of the technologies regarding concrete use-cases are analysed and assessed.
- The lessons learned will be submitted jointly to European and international institutions for discussion.

On 14 September 2017, Luxembourg joined the cooperation, and additional objectives were added to the trilateral cooperation:

- Support the development of innovating and tailored mobility services, for example towards rural zones;
- Aim at developing a joint large scale pilot project in the cross-border regions;
- Pay a particular attention to acceptability and ethical issues;
- Support common and proactive initiatives in European and international institutions.

2. Thematic Key Areas

The three partners have agreed to use the cross-border digital test bed to address the following key thematic areas:

1. Continuous compatibility of automated driving perception functions

The principal objective of this key thematic area is to ensure that automated systems function properly in cross-border traffic. In particular, the test bed will allow comparing the capacities of perception and the behavior of automated vehicles according to transport network characteristics and driving environments in different countries. This can cover, e.g. perception functionalities of horizontal and vertical traffic signs (markings and signage) including road works site markings, as well as automated vehicles' behavior at the junctions on the respective road networks.

In this context possible impacts of road infrastructure to the automation of the vehicle as well as the level of automation will be assessed. This includes also the existence of various kinds of road infrastructure as well as their quality. Even the impact of a precise digital map can be handled in this thematic area.

2. Link between automation and connection, including Intelligent Transport Systems (ITS) and cross-border mobility services

The overall objective of this key thematic area is with regard to cross-border traffic to trial various communication technologies in combination with automation functions and assess what added value they can contribute in specific applications, different driving situations as well as different traffic environments (Motorways, Urban roads, Sub-urban/Rural roads). Mixed traffic and various penetration rates with regard to cross-border traffic will also be taken into account.

The focus will not only be given to critical safety-related situations and events for automated passenger cars on motorways also considering the C-ITS-Strategy's "Day 1 and Day 1,5 Applications¹", but also to urban roads as well as sub-urban/rural roads. The underlying objective is to assess priority connectivity needs and quality requirements, then to test various technologies (ITS G5, 4G, LTE-V2X, satellite, and, in the long run: 5G as well as even satellite) and their ability or conditions to fulfil these requirements. The focus of projects as well as tests will be mainly on the use cases and not the technology used for the connection itself.

Also aspects like the security of information/data and the necessary quality of service with regard to the connectivity shall be taken into account during the projects and tests. Also the exchange of information between road operators and cars and vice versa including also issues about traffic management, safety, network maintenance and latency need to be elaborated. Therefore a harmonization of messages as well as message content is needed.

In this context possible impacts on infrastructure needs of some V2X use cases will be assessed, as well as up-to-date precise digital map (static or updated map) needs and the opportunity and feasibility of mapped and / or connected fixed points on the road, like landmarks. The landmarks (active and

¹ COM(2016) 766 final (Brussels, 30.11.2016) - COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS - A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility.



passive) for positioning shall be the same in each country. For these landmarks the requirements about the accuracy of the position need to be investigated. It's expected that additional landmarks could be helpful in tunnels or similar infrastructure.

The cross border mobility services can focus on various use cases like:

- Ride sharing
- Multi brand platooning
- Multi-modal use cases

The projects shall not be limited to motorways and private transport, but also urban and sub-urban roads as well as public transport and logistics issues can be investigated. Within projects existing needs and possible lines for these or similar services need to be identified.

3. Impact and effects of automated and connected driving

The overall objective of this key thematic area is to assess impacts and effects of automated and connected driving on road safety, traffic management, mobility and the environment in a diversity of driving environments (Motorways, Urban roads, Sub-urban/Rural roads), in mixed traffic as well as various penetration rates.

Based on an initial review of knowledge and knowledge gaps, the project will focus field and desk research and studies on:

- Impact of automated driving on traffic fluidity and fuel consumption
- Perception and acceptability

Inter alia, this area will address:

- Impacts of behaviors of CAVs (Connected Automated Vehicles; e.g. smaller gaps between vehicles, interactions with other road users (automated and non-automated)) on road safety and fluidity;
- Assessment of the perception of automation functions, both from CAV drivers and other road users than CAV;
- Assessment of CAV drivers' perception related to use and value of time.

Perception studies will address both a national dimension, as well as the perception of the cross-border setup itself.

4. Data access and use

The overall objective is to address the key challenges related to the data economy arising from connected and automated driving. Those can be as diverse as:

- Interoperability issues (e.g. cross-border interoperability between road authorities for traffic & road safety related data; data classification and indexation; standardization of communication protocols; legacy issues);
- Legal frameworks (e.g. national data protection policies; legal and regulatory aspects related to the ownership, sharing and exploitation);
- Security & trust (e.g. authentication; certification; (cyber)security standards, reliability);
- Innovations in (big) data analytics and visualization, simulation.

Various EU processes (including under the application of the ITS Directive), do address several of these issues. The DEU-FRA-LUX Digital Test Bed will offer the ideal consolidated framework to put specific models into operational practise and test the assumptions via concrete use cases. Real-life assessment of the technical aspects, legal/liability issues, economic implications and administrative hurdles linked to the various proposals will provide tangible examples/precedents of multilateral implementation as an input for the ongoing discussions at both EU and international level.

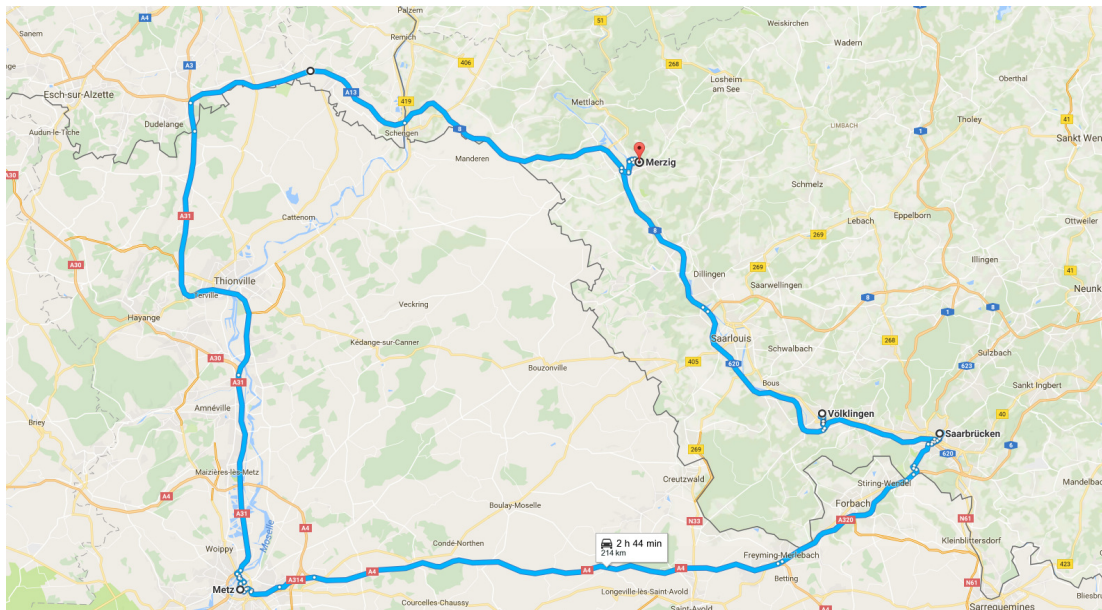
Lastly, the trilateral test bed will offer a unique framework to evaluate the convergence of multiple technologies and initiatives (Internet of Things, High-performance Computing, Open Data access, Data-driven services, Block Chain, etc.) using a coordinated approach – with a particular interest in the way the various associated data sets affect business and operating models.



3. Location

The following map presents the area and the motorway component of the digital test bed (which does not exclude other driving environments in the greater cross-border region).

Trials conducted on the test bed are feasible on all road categories, i.e. motorways, federal highways, rural roads as well as in urban fringes and in urban traffic.



Source: Google Maps



Source: Géoportail IGN France

4. Main Steps

The main steps in shaping and implementing the project are as follows:

2017	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Define main objectives <input checked="" type="checkbox"/> Define governance <input checked="" type="checkbox"/> Express test and assessment priorities, from the point of view of public authorities <input checked="" type="checkbox"/> Establish state of the art on knowledge gaps related to impact <input checked="" type="checkbox"/> Extend test site, concept and governance to Luxembourg ► Collect industry and academia needs and priorities
2018 and beyond	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Define driving environments required for test needs <input type="checkbox"/> Define authorization process optimizing commonalities among national / regional existing processes <input type="checkbox"/> Define a process for projects call, selection and support <input type="checkbox"/> Set a detailed test and assessment program <input type="checkbox"/> Launch a first wave of tests on the basis of the existing infrastructure equipment inviting automotive manufacturers and components suppliers to conduct their trials on the corresponding test beds or network sections. <input type="checkbox"/> Identify needs and requirements of industry and academia in terms of additional infrastructure equipment for automated and connected driving on the test bed <input type="checkbox"/> Launch a second wave of tests and scaled up projects using additional infrastructure equipment

5. Stakeholders and Governance Principles

The stakeholders of the Franco-German-Luxemburgish Digital Test Bed are:

- Ministry for an Ecological and Solidary Transition (MTES), with the technical support of IFSTTAR and VEDECOM
- DREAL Grand Est, DIR Est and SANEF
- Pôle véhicule du futur de l'Est
- Région Grand Est, Département de la Moselle, Eurodistrict SaarMoselle, CA de Metz Métropole, CA de Forbach Porte de France
- Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI)
- Federal Highway Research Institute (BAST)
- Saarland federal state authorities; Ministry for Economic Affairs, Labour, Energy and Transport (MWAEV); the top-level road traffic authority in the MWAEV; the top-level highway authority in the MWAEV; the Ministry of the Interior and Sport; the State Company for Road Construction (LfS)
- Town of Merzig
- Saarland University of Applied Sciences (HTW Saar)
- Ministry of the Economy Luxembourg (MECO)
- Ministry of Sustainable Development and Infrastructures Luxembourg (MDDI)
- Administration des Ponts et Chaussées Luxembourg, with the technical support of CITA (Contrôle et information du trafic sur les autoroutes)

The strategic management of this cooperation is ensured by the French Ministry of Transport (included in the French Ministry of Ecological and Solidarity Transition), the German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure, the Luxembourg Ministry of Sustainable Development and Infrastructure and the Luxembourg Ministry of the Economy.

This strategic management includes:

- Collection, synthesis, assessment and prioritization of test and evaluation needs, based on contributions and consultation with local and road authorities, road and transport operators, the industry, academia;
- If necessary, publication of calls for tests and evaluation;
- Supervision of assessment methods;
- Validation of dissemination and exchange rules for test and evaluation results, and communication;
- Validation of test sites, in coordination with local and road authorities.

Coordination meetings between BMVI, MTES, MDDI and MECO will be held periodically and on an ad hoc basis. Both sides will ensure communication and coordination with all the national bodies involved in their respective countries.

The financing framework of the digital test bed has not been specified at this stage. The ambition is to frame test priorities first, in order to assess financial needs at a later stage. At this stage, the following principles must be kept in mind:

- The first wave of test will be based on existing infrastructures and equipment;



- Additional equipment cost will be paid by entities that propose a given test;
- Any equipment set on a road network must be validated, as well as its operating rules, by the corresponding road operator;
- The responsibility for the conduct of the trials will lie with the entities conducting these trials;
- Tests and vehicles must fulfil national and regional regulations applicable to the part of the network they circulate onto.

National regulations towards automated vehicles tests are described in this document, as well as their main communalities and differences. At a later stage, if stakeholders consider it as a key enabler for the test bed, a study can be launched for the opportunity and feasibility of a possible « one stop access » for applicants.

Points of Contact

The Single Point of Contact in Germany will be:

Communication and Coordination Platform for Automated Driving (KOAF) at the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure

E-Mail: koaf@bmvi.bund.de

Tel.: (+49) 30 18300 -6247 / -6248

The Single Point of Contact in France will be:

DGITM/SAGS/EP at the Ministry for an Ecological and Solidary Transition (MTES)

E-Mail: site-transfrontiere-automatisation@developpement-durable.gouv.fr

Tel.: (+33) 1 40 81 87 37 or (+33) 1 40 81 11 18

The Single Point of Contact in Luxemburg will be:

Ministry of Sustainable Development and Infrastructure (MDDI) & Ministry of the Economy (MECO)

E-Mail: crossborder@testbed.lu

Tel. MDDI: (+352) 247-84947 / -84958 ; Tel. MECO: (+352) 247-88435 / -88413

For further information on the test bed or to notify project proposals for trials the above mentioned bodies can be contacted. These Single Points of Contact will coordinate their activities among themselves and with the stakeholders on the ground.

GEMEINSAME ABSICHTSERKLÄRUNG DER REGIERUNGEN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, DER FRANZÖSISCHEN REPUBLIK UND DES GROSSHERZOGTUMS LUXEMBURG

ZUR EINRICHTUNG UND ZUSAMMENARBEIT AUF DEM »DIGITALEN TESTFELD DEUTSCHLAND-FRANKREICH-LUXEMBURG« FÜR DAS AUTOMATISIERTE UND VERNETZTE FAHREN

Das automatisierte und vernetzte Fahren basiert auf Zukunftstechnologien an der Schnittstelle von Mobilität und Digitalisierung. Um die Potenziale dieser Technologien auch im grenzüberschreitenden Kontext zu erschließen, die Interoperabilität der technischen Lösungen zu fördern und anwendungsnahe Erprobungen zu ermöglichen, wurde im Februar 2017 im Rahmen der »Deutsch-Französischen-Initiative Elektromobilität und Digitalität« das Digitale Testfeld Deutschland-Frankreich ins Leben gerufen. Darüber hinaus haben die EU-Mitgliedsstaaten und die EU-Kommission anlässlich des Digital Day im März 2017 in Rom eine Absichtserklärung unterzeichnet, auf deren Basis groß angelegte, grenzüberschreitende Erprobungen von Technologien für das automatisierte und vernetzte Fahren vorangetrieben werden sollen.

Auf dieser Grundlage schaffen wir mit dem grenzüberschreitenden Digitalen Testfeld Deutschland-Frankreich-Luxemburg ein europäisches Leuchtturm-Projekt im Herzen Europas. Ziel des Testfelds ist die Förderung der Entwicklung und Erprobung von Technologien für das automatisierte und vernetzte Fahren, in Verbindung mit den intelligenten Verkehrssystemen und unter Berücksichtigung der Entwicklung der Elektromobilität im grenzüberschreitenden Einsatz unter realen Bedingungen.

Mit der Einrichtung des Digitalen Testfelds Deutschland-Frankreich-Luxemburg bekräftigen wir unser gemeinsames Engagement für eine zukunftsfähige, effiziente und nachhaltige europäische Verkehrspolitik.

Das Testfeld wird auf einem grenzüberschreitenden Straßennetz zwischen der Region Saarland (Merzig-Saarlouis-Saarbrücken) in Deutschland, der Region Metz in Frankreich und Luxemburg eingerichtet. Die ersten Erprobungsfahrten sollen dort im ersten Halbjahr 2018 stattfinden.

Für die Zusammenarbeit auf dem Testfeld beabsichtigen wir u. a.:

- das Testfeld gemeinsam und anforderungsgerecht zu gestalten,
- der Wirtschaft, der Wissenschaft und der Forschung die Möglichkeit zu eröffnen, Erprobungen von Anwendungsfällen und innovativen Technologien auf allen Straßenkategorien (Autobahnen, Landstraßen, Stadtverkehr) durchzuführen,
- die Entwicklung innovativer und bedarfsgerechter Mobilitätsangebote, beispielsweise im Öffentlichen Personennahverkehr oder im ländlichen Raum, zu unterstützen,
- die Umsetzung eines großangelegten Pilotprojekts im grenzüberschreitenden Raum in Betracht ziehen,
- mit der Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung einen Erfahrungsaustausch zu rechtlichen und technischen Problemstellungen beim grenzüberschreitenden Einsatz von Technologien für das automatisierte und vernetzte Fahren zu etablieren,
- die Potenziale und Wirkungen der Technologien anhand konkreter Anwendungsfälle zu analysieren und zu bewerten,
- gemeinsam ein besonderes Augenmerk auf Fragen der Akzeptanz und Ethik zu richten,
- die gewonnenen Erkenntnisse gemeinsam in europäischen und internationale Gremien einzubringen und dort zielgerichtete Initiativen zu ergreifen.

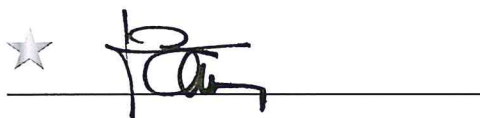
Frankfurt, den 14. September 2017



Alexander DOBRINDT
Bundesminister für Verkehr
und digitale Infrastruktur



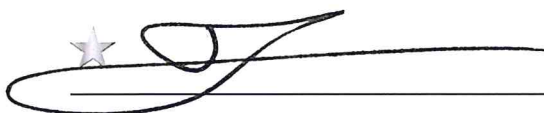
Élisabeth BORNE
Ministerin für Verkehr



François BAUSCH
Minister für nachhaltige
Entwicklung und Infrastruktur



Étienne SCHNEIDER
Vizepremierminister
Minister für Wirtschaft



François POUPARD
Generaldirektor für Infrastruktur,
Transport und maritime
Angelegenheiten

DÉCLARATION D'INTENTION COMMUNE DES GOUVERNEMENTS DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE DE LA RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE D'ALLEMAGNE ET DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

CONCERNANT LA MISE EN PLACE ET LA COOPÉRATION SUR UN « SITE EXPÉRIMENTAL NUMÉRIQUE FRANCE-ALLEMAGNE-LUXEMBOURG » POUR LA CONDUITE AUTOMATISÉE ET CONNECTÉE

La conduite automatisée et connectée repose sur des technologies d'avenir situées à l'interface entre mobilité et applications numériques. En février 2017, le « Site expérimental France - Allemagne » a été lancé dans le cadre de l'« Initiative franco-allemande sur la mobilité électrique et numérique » afin de mettre à profit, également dans un contexte transfrontalier, les potentialités offertes par ces technologies, de promouvoir l'interopérabilité des solutions techniques et de rendre possible des expérimentations proches de l'application. En outre, les États membres de l'UE et la Commission européenne ont signé en mars 2017 lors du « Digital Day » à Rome une lettre d'intention visant à promouvoir l'expérimentation transfrontalière à grande échelle de technologies de conduite automatisée et connectée.

C'est sur cette base que nous allons réaliser avec le Site expérimental transfrontalier France-Allemagne-Luxembourg un projet phare au cœur de l'Europe. L'objectif de ce site est de promouvoir le développement et l'expérimentation de technologies de conduite automatisée et connectée, en lien avec les systèmes de transports intelligents et en prenant en compte le développement de la mobilité électrique dans une vision transfrontalière et en environnement réel.

Par la mise en place du Site expérimental France-Allemagne-Luxembourg, nous affirmons notre volonté commune d'avancer sur la voie d'une politique européenne des transports fiable, efficace et durable.

Le site expérimental sera mis en place sur le réseau routier transfrontalier compris entre le Land de Sarre (Merzig-Saarlouis-Sarrebruck) en Allemagne, la région de Metz en France et le Luxembourg. Les premiers tests s'y dérouleront dès le premier semestre 2018.

Pour la coopération dans le cadre du site expérimental nous avons l'intention :

- d'œuvrer en commun pour une mise en place du site expérimental conforme aux exigences spécifiées,
- de permettre à l'industrie, aux sciences et à la recherche de réaliser l'expérimentation de cas d'utilisation et de technologies innovantes sur toutes les catégories de routes (autoroutes, routes départementales, routes urbaines),
- de soutenir le développement d'offres de mobilité innovantes et adaptées aux besoins, par exemple dans les transports collectifs ou dans les zones rurales,
- de tendre vers le développement d'un projet pilote conjoint à grande échelle dans les régions transfrontalières,
- d'instaurer un échange d'expériences avec l'industrie, les sciences et la recherche portant sur les problèmes juridiques et techniques rencontrés au cours de l'utilisation transfrontalière de technologies de conduite automatisée et connectée,
- d'analyser et d'évaluer les potentialités et les impacts des technologies sur la base de cas concrets d'utilisation,
- de porter, ensemble, une attention particulière aux enjeux d'acceptabilité et d'éthique,
- de communiquer conjointement les enseignements tirés aux organes européens et internationaux et de porter des initiatives communes volontaristes dans les instances.

Francfort, le 14 septembre 2017



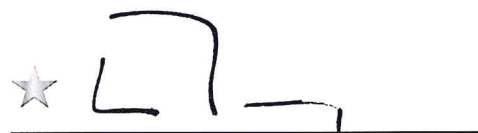
Alexander DOBRINDT
Ministre fédéral des Transports
et des Infrastructures numériques



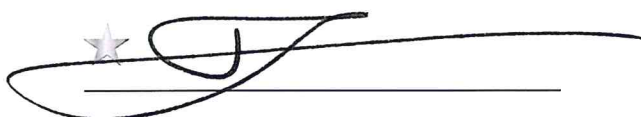
Élisabeth BORNE
Ministre chargée des Transports



François BAUSCH
Ministre du Développement
durable et des Infrastructures



Étienne SCHNEIDER
Vice-Premier Ministre
Ministre de l'Économie



François POUPARD
Directeur général des infrastructures,
des Transport et de la mer

Annex 2.0: Test Bed Governance: General Management, Information sharing and disclosure, selection and implementation of Projects

General Management

In order to ensure the supply of information to all stakeholders of the Franco-German-Luxembourgian Digital Test Bed and to external interested parties a standardized communication process has to be established. Due to the large number of stakeholders involved (ministries, local authorities, highway authorities, regions, cities and research institutions) there are currently existing two internal communication modes depending on the respective management level.

The **strategic management** of the trilateral test bed will be shared by the ministries of the three partner states: German Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI, Division DG 24), French Ministry of Ecological and Solidarity Transition (MTES, DGITM/SAGS/EP), Luxembourg Ministry of Sustainable Development and Infrastructures (MDDI) and Luxembourg Ministry of the Economy (MECO). This strategic management includes:

- Implementation of the Joint Declaration of Intent of the trilateral test bed;
- Development of the concept of the test bed, e.g. collection, synthesis, assessment and prioritization of test and evaluation needs, based on contributions and consultation with local and road authorities, road and transport operators, the industry, academia;
- Participation of third parties (e.g. European Commission, associations) and ensuring external communication to industry, research institutions and interested parties.

For a regular exchange of information and a close coordination between BMVI, MTES, MDDI and MECO conference calls will be held periodically, and if necessary on an ad hoc basis. The ministries are responsible for providing all the necessary coordination with the national stakeholders involved in their respective countries.

Management Level	Strategic Management		Operational Management	
Communication Mode	Regular Conference Calls		Bi-Annual Meetings	
Involved Stakeholders	National Ministries Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), French Ministry for an Ecological and Solidary Transition (MTES), Ministry of the Economy Luxembourg (MECO), Ministry of Sustainable Development and Infrastructures Luxembourg (MDDI)			
			Transnational Steering Group IFSTTAR and VEDECOM DREAL Grand Est, DIR Est and SANEF Région Grand Est, Département de la Moselle, Eurodistrict SaarMoselle, CA de Metz Métropole, CA de Forbach Porte de France, Pôle véhicule du futur de l'Est Federal Highway Research Institute (BAST) Saarland federal state authorities; Ministry for Economic Affairs, Labour, Energy and Transport (MWAEV); the top-level road traffic authority in the MWAEV; the top-level highway authority in the MWAEV; the Ministry of the Interior and Sport; the State Company for Road Construction (LfS) Town of Merzig Saarland University of Applied Sciences (HTW Saar) Administration des Ponts et Chaussées Luxembourg CITA (Contrôle et information du trafic sur les autoroutes)	

The **operational management** of the trilateral test bed is ensured, on the one hand, by bi-annual meetings of the transnational steering group, which consists of the ministries mentioned above and all the other stakeholders involved. Meetings will take place alternately in one of the three partner states. The meetings of the steering group will serve to exchange information, to coordinate the next steps for fleshing out the test bed in terms of substance and organization as well as to plan projects on the test bed. In addition to these regular meetings, dedicated ad-hoc conference calls or meetings will take place to discuss submitted project proposals (see below). Here the circle of participants depends on the concrete project proposal.

In addition to these internal communication modes an external communication process is needed to provide third parties, especially companies and research institutions with information on the test bed and already implemented projects. The supply of information to third parties is managed as part of the strategic management by the Single Points of Contact, located in the ministries of the three partner states. For this purpose, pre-defined information documents can be made available or special information events organized by the ministries.

While the internal communication modes for the strategic and operational management described above focus on the cooperation, organization and orientation of the digital test bed, an additional information and coordination process is needed for the project proposals submitted for trials. The detailed procedure for the submission and selection of projects as well as the disclosure and dissemination of project descriptions, results and evaluations is described below.

Information sharing and disclosure

Tests and experiments proposed and implemented in the test site will participate to the accumulation of knowledge on automation and its impacts, namely those covered in the present document and its annexes. This accumulation of knowledge will benefit primarily to entities that have proposed these tests and experiments, but also to public authorities from the corresponding countries, and, more broadly, to academia, NGO's and the public.

It is therefore important that rules concerning information sharing among stakeholders of the test site, and outside stakeholders, are clear to all interested parties.

The proposed approach for these rules is twofold:

- Generic guiding rules (cf. below)
- Ad'hoc "fine tuned" rules for a given project, that are supposed to be coherent with the generic rules, and negotiated with projects' leaders before retaining the corresponding project.

The proposed generic rules are as follows:

- The main stakeholders to be considered are :
 - Stakeholders within the test-bed eco-system:
 - ***Project leader*** (representing the project consortium)
 - ***Public authorities*** in charge of tests' authorisation, vehicle regulation, traffic laws, traffic regulation, road safety, enforcement, and their technical support.
 - ***(Local) Road operators and public transport authorities***
 - Stakeholders outside the test-bed eco-system
 - ***European Commission***
 - ***Outside academia***
 - ***Other, including general public and the press***
- Information at the submission phase (i.e. from project leader to public authorities and to road operators and public transport authorities) complies with the guidelines established in the three countries (cf. Annex 4.1-4.4).

- Furthermore, roadside equipment specifically required by a given project will be financed by the project; its relevance and location will be validated by road operators and its implementation will have to be in conformity with road operators' instructions
- Reporting principles (i.e. from project leader to public authorities) are aligned with those applied in the three countries (cf. Annex 4.1-4.4)
 - The corresponding reporting items are supposed to be shared among the public authorities of the three participating countries. Communication to outside academia on projects functionalities and lessons learned, will be compatible with the national rules of the respective countries
 - Public authorities (relevant administrations and police) reserve their right to witness and assist testing in close consultation with the project leader.
- Principles for communicating results to the European Commission will be defined between the ministries in Germany, France and Luxemburg.
- Dissemination from public authorities to other parties will be based on synthetic reports by each project, presenting general functionalities tested and lessons learned regarding impacts listed in the present document and its annexes.

Selection and implementation of projects on the trilateral test bed

Ideally, a total of five phases can be distinguished in a project applying for trialling on the test bed: 1. submission and examination of project proposals, 2. selection of the project, 3. preparation of the implementation of the project, 4. implementation of the project as well as 5. evaluation and disclosure of project results. The leading responsibility for project coordination lies with the respective ministry in the [federal] state from which the project proposal originates. The general objective of the test bed is to enable tests in the field of automated and connected driving in cross-border constellations in order to gain further knowledge, to share these findings, and to discuss them in European and international bodies.

Call for proposals

In addition to the projects proposed by the project leaders (bottom-up approach), the management team will issue call for proposals on a regular basis (top-down approach). An annual call for proposal is foreseen at this stage.

This call for proposal will mainly present, in general terms, which overall functionalities and impacts public authorities wish to have evaluated on the test bed. The subsequent phases (1-5) apply equally to this top-down approach.

1. Submission and examination of project proposals

All companies and research institutions that want to submit project proposals for trials on the test bed to the Single Points of Contact have to describe their project ideas in English and in a standardized form (exposé). In addition to a short description of the project, the exposé should contain in particular the following information: pursued goals, addressed key thematic area(s) (cf. Annex 5.1. “Detailed Thematic Key areas for Tests and Evaluations”), functionalities (sole automation, automation + connectivity) and impacts to be tested and evaluated, evaluation protocols, involved actors, intended section of the test bed, roadside equipment proposed, timeline of the project, proposed reporting items and deliverables. The Single Point of Contact, who received the exposé, will send it to the other partner states to initiate the examination process. Each Single Point of Contact is responsible for coordinating project proposals with the concerned national stakeholders on the ground. Dedicated ad-hoc conference calls or meetings involving the ministries and the respective national stakeholders will be organised as appropriate to discuss the proposals. After a first rough assessment of the submitted project proposal, an interview between the ministries and the company or research institution should take place to discuss further details of the project. Here the legal, organizational and technical basic

conditions for the project have to be identified, and the suitability of the section of the test bed has to be checked. After that, the project proposal has to be synchronised by the ministries with other similar project ideas previously submitted. For scientific questions, the research institutions of the partner states should be involved. The examination process ends with the decision of the ministries whether the project will be implemented or not. The Single Point of Contact, which has received the proposal, will inform the company or research institution about the decision and next steps.

2. Selection of the project

The project will be selected through close coordination among the ministries in the three countries. The relevance of the project to the general objectives of the test site and the general expectations of a given call for proposals will be assessed collectively. Furthermore, each country will consult the other two partners before issuing an authorization corresponding to its national authorisation procedure, in order to assess whether this given project is likely to be conform to their national authorisation procedures. If some conditions are necessary for this test to be authorised in a given country, the two other countries have to be informed on those conditions.

Projects will in particular have to fulfil the following requirements:

- additional equipment cost will be paid by entities that propose a given test
- any equipment set on a road network must be validated, as well as its operating rules, by the corresponding road operator
- responsibility for the conduct of the trials will lie with the users
- tests and vehicles must fulfil national or regional regulations applicable to the part of the network they circulate onto.

When a project using the DE-FR-LU test bed is presented to an European or national call for projects, the project leader(s) should, before presenting the project to the corresponding entity, present its project to the DE-FR-LU test bed management in order to receive a letter of intent confirming that this project is in line with the concept of the DE-FR-LU test bed and fulfils its requirements.

3. Preparation of the implementation of the project

The aim of this phase is to identify the concrete requirements for the project and to lay the necessary foundations in coordination with all the responsible actors. The responsibility for coordination lies with the ministry in the state on whose grounds the project is to be carried out. The timescale of the project and the concrete section of the test bed will be determined. Moreover, the company or research institution has to apply for all relevant approvals depending on the section of the test bed, which will be used during the implementation of the project. Shortly before the implementation, a first description of the project could be published by the ministries.

4. Implementation of the project

The company or research institution is responsible for the implementation of the project, in conformity with all regulations and specifications required, and reports on progress to the transnational steering group and national authorities (depending on the approval regulations of the partner states).

At this stage a review of further needs of specific infrastructure should be carried out, taking into account that additional equipment cost will be paid by entities that propose a given test and that any equipment set on a road network must be validated, as well as its operating rules, by the corresponding road operator.

During the implementation phase German (BAST), French (Ifsttar) and Luxemburgish research institutions (Uni.lu, LIST, LISER) can provide scientific research support.

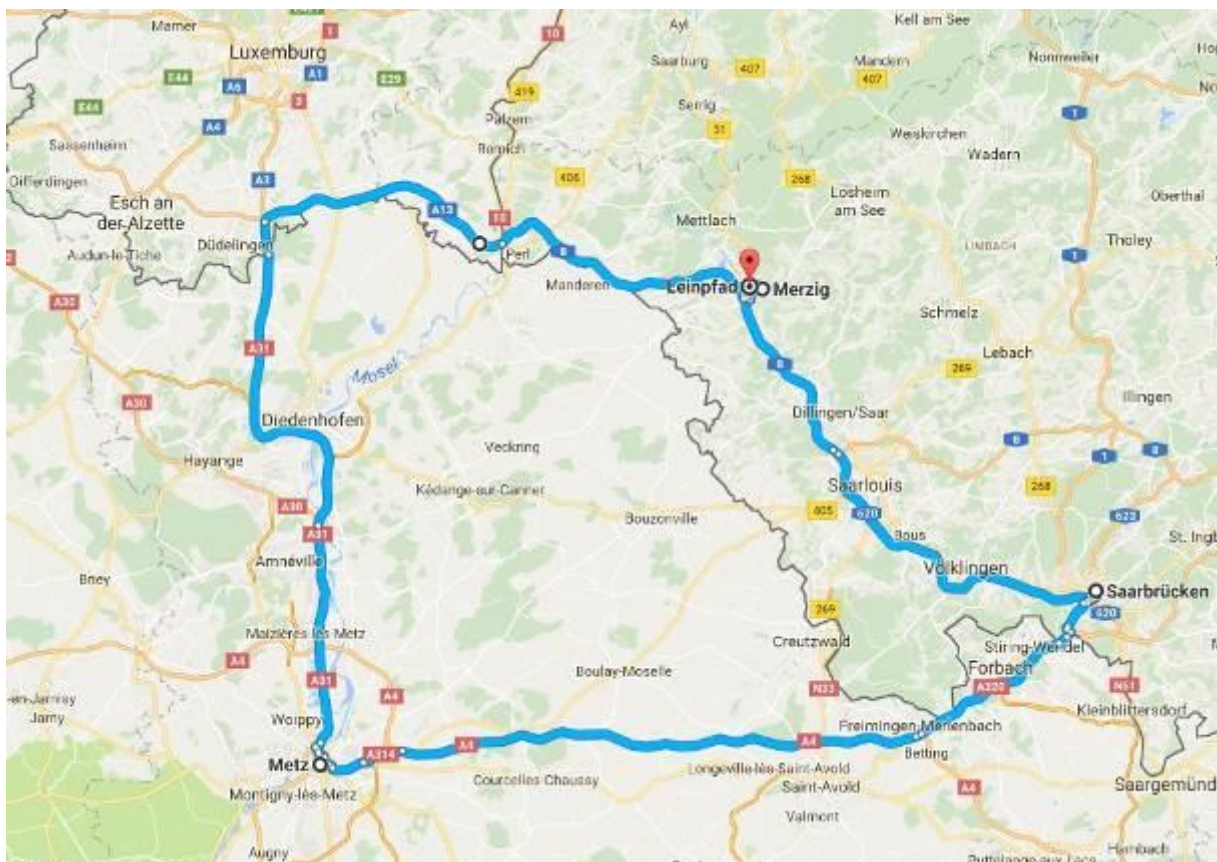
5. Evaluation

Once the project has been finalized, the results and the key findings have to be processed and compiled by the company or research institution in order to present them to the transnational steering group and national authorities (depending on the approval regulations of the partner states). The aim is to publish the project results in addition to the already published project description.

Annex 3: Overview of existing Infrastructure and Supporting Road Equipment

Alignment of the DEU-FRA-LUX digital test bed

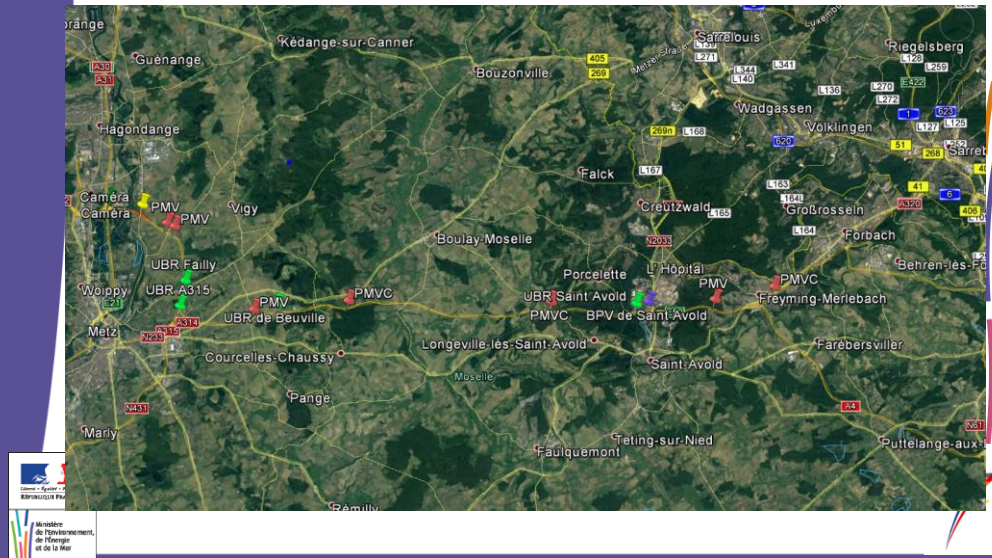
- Merzig (A8) ↔ Saarbrücken (via A 620)
- Saarbrücken ↔ Metz (via A 620, A 320 et A 4)
- Metz ↔ Luxembourg (Via A31 et A3)
- Luxembourg ↔ Merzig (via A3,A13 et A8)
- Environnement urbain et péri-urbain de l'Eurodistrict Saar Moselle



Source: Google Maps

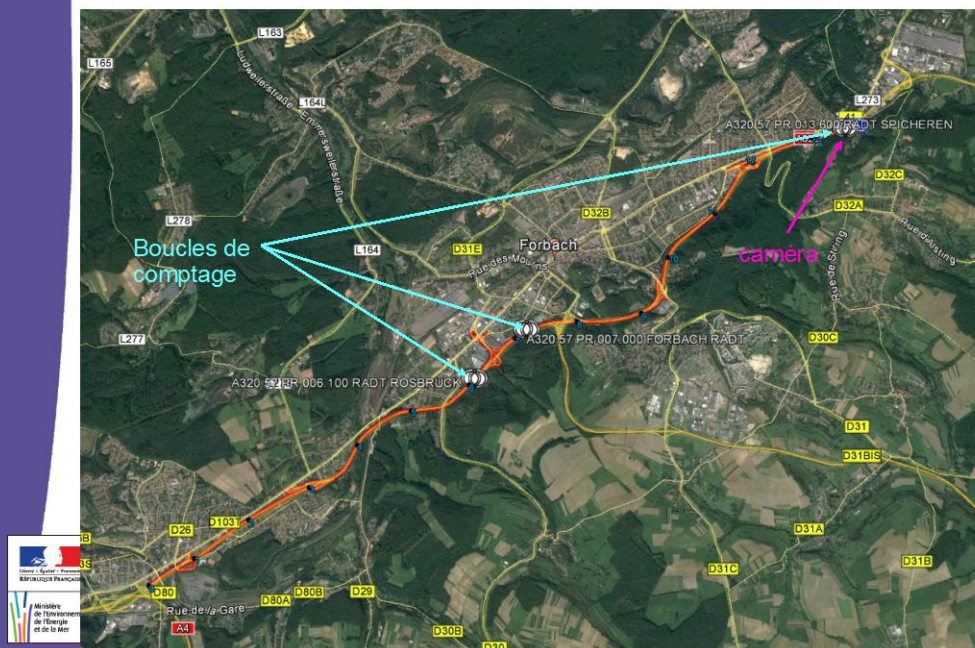
A4:

Implantation complète des ED Sanef



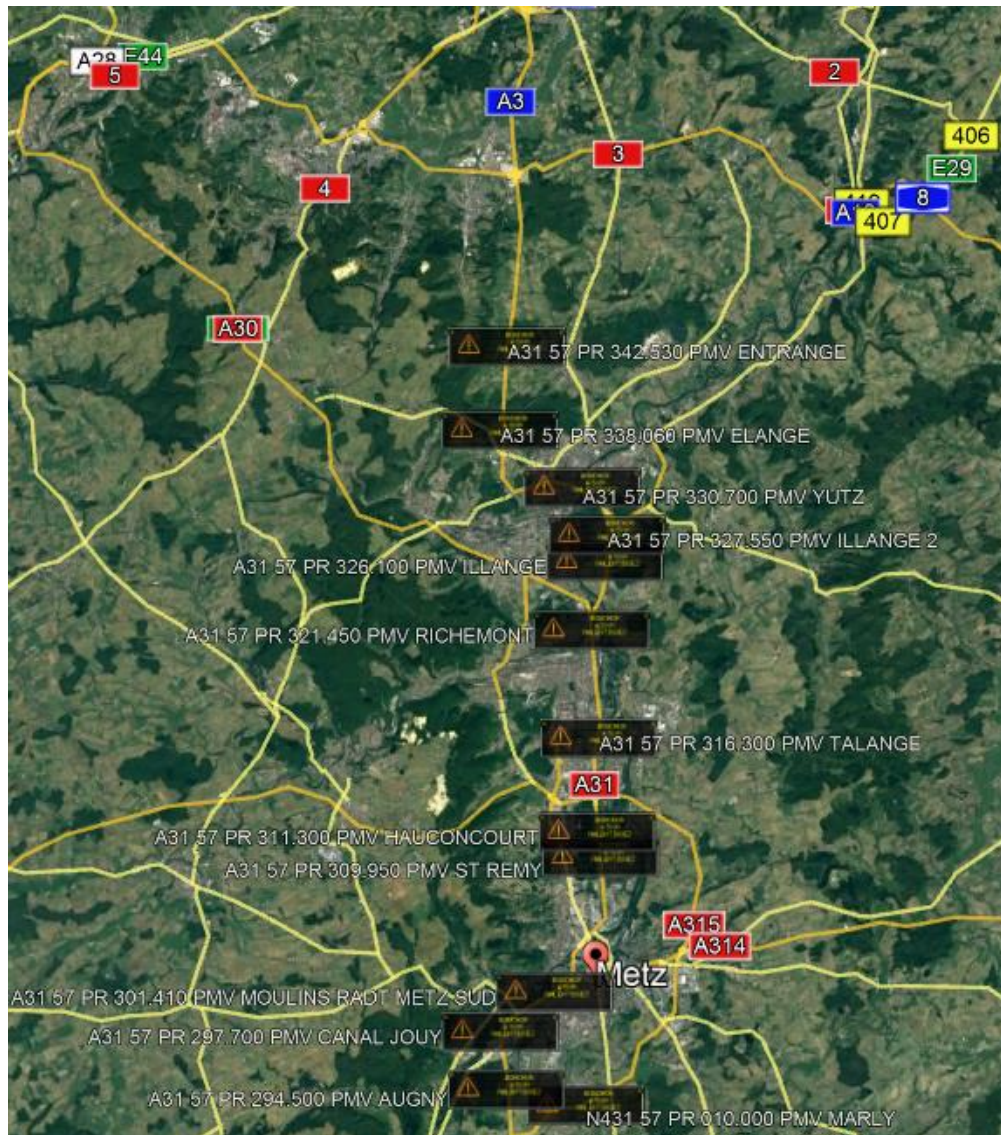
A4:

Équipements dynamiques sur A320

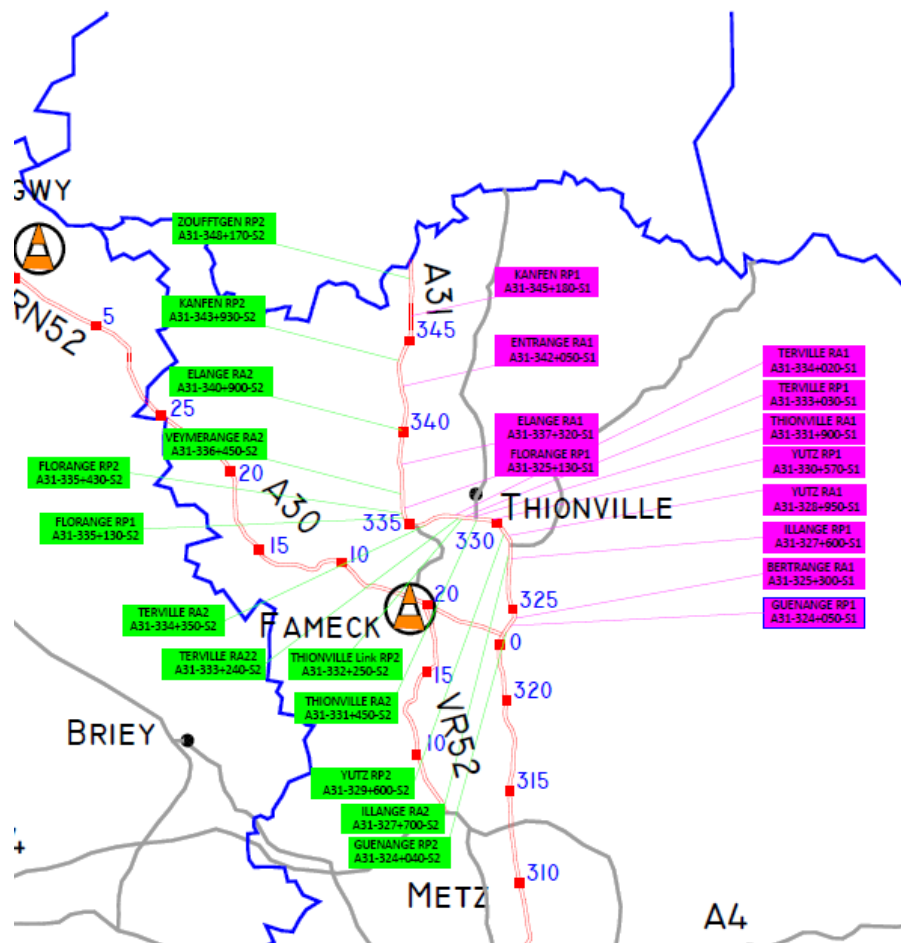


A31:

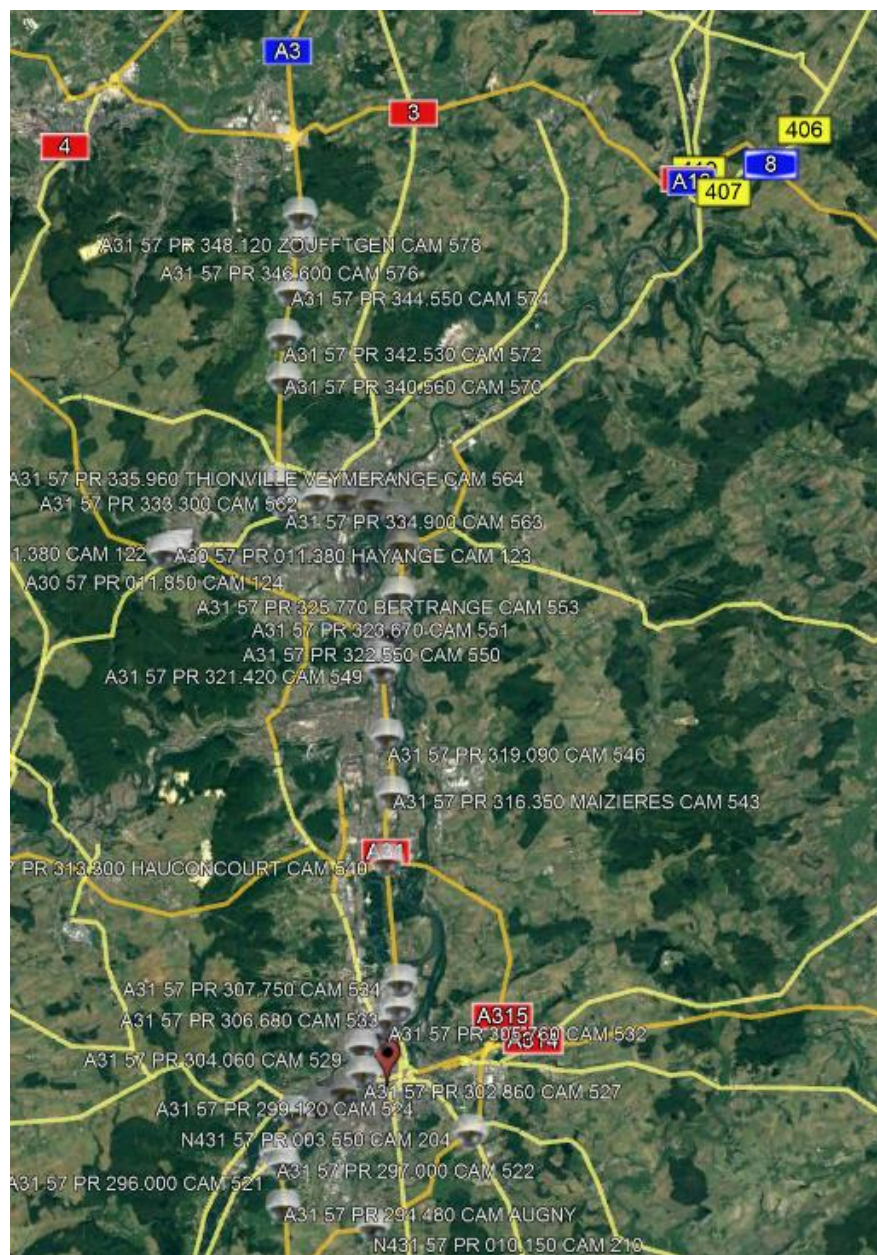
PMV génériques:



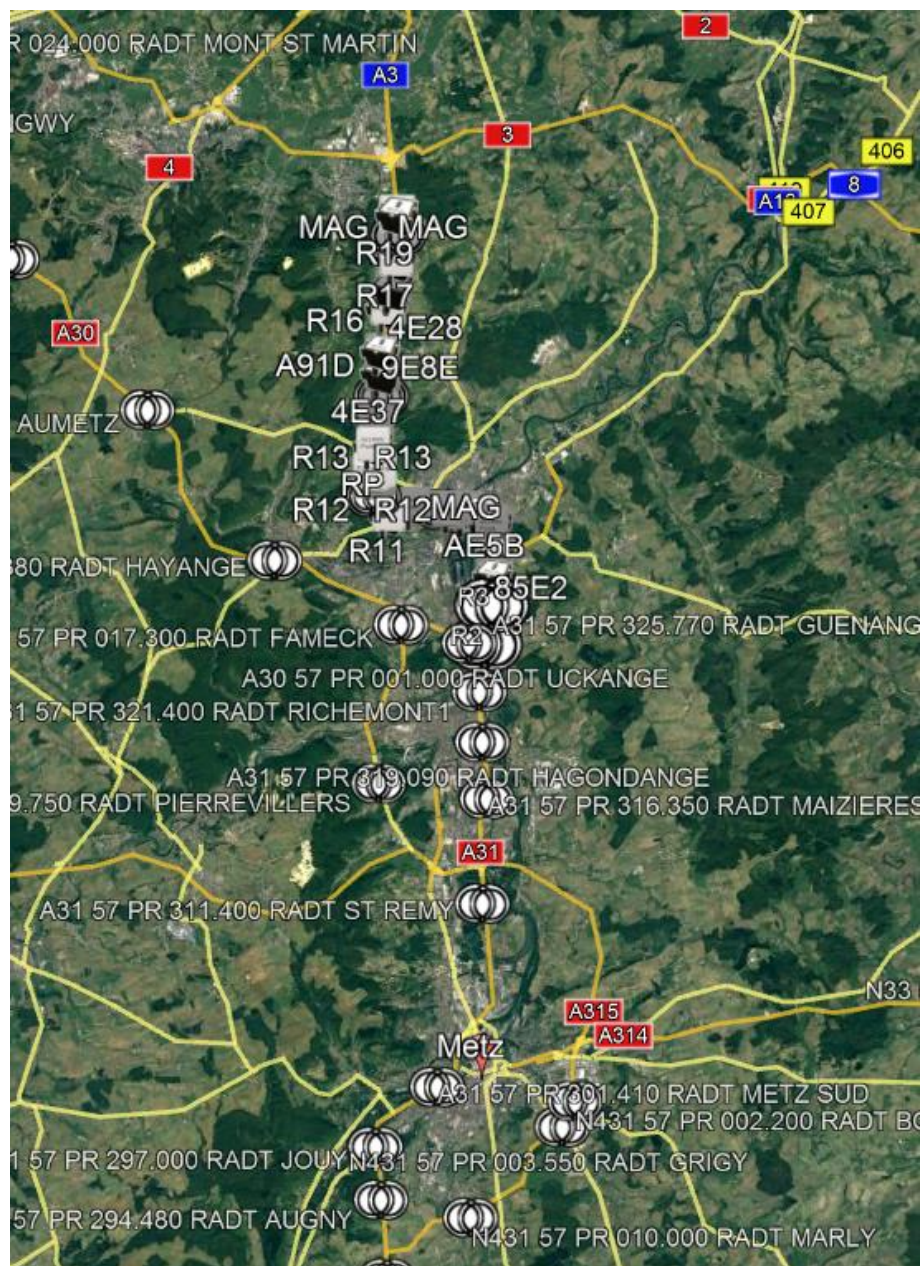
PMV RDV (régulation dynamique des vitesses):

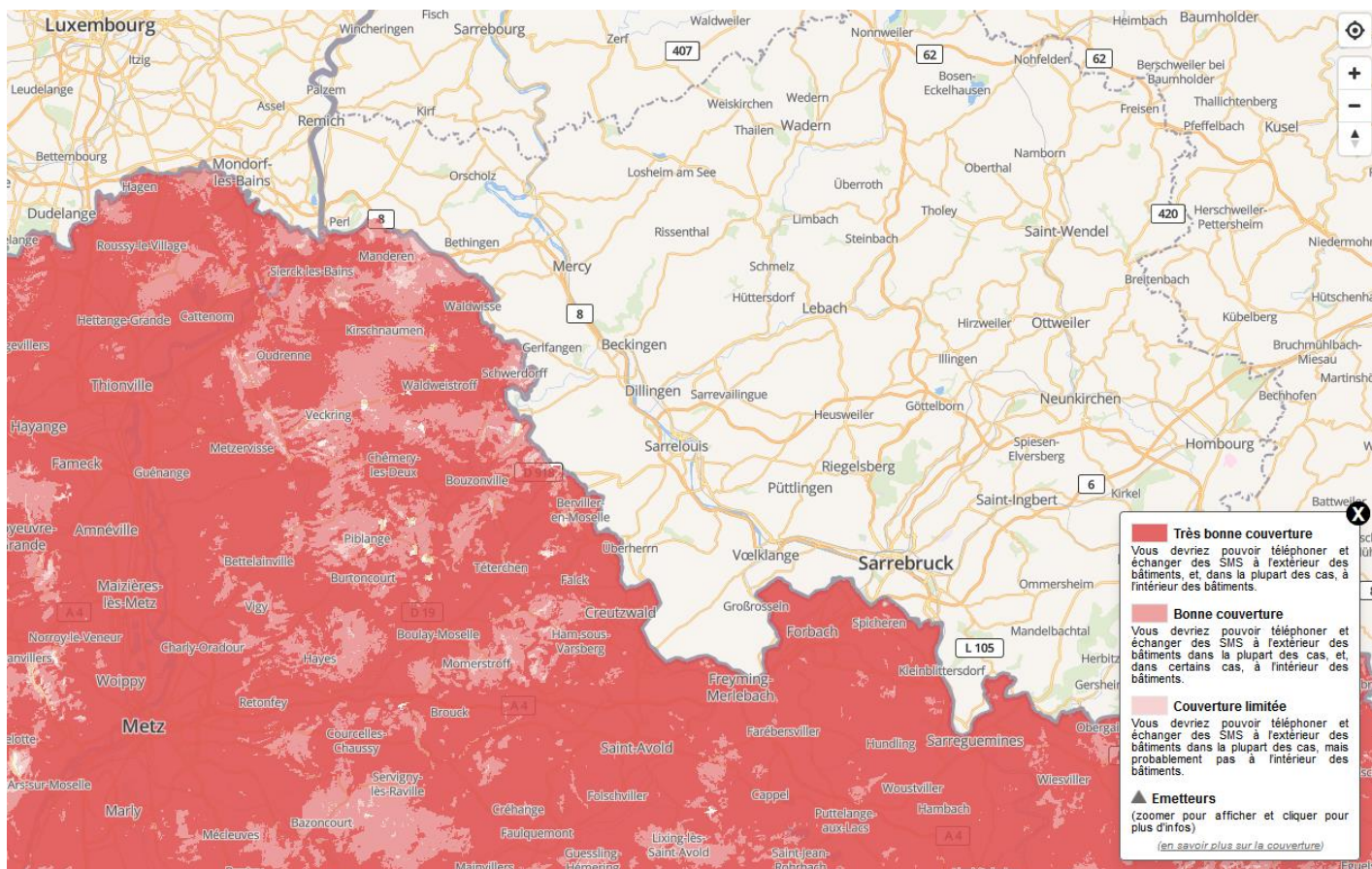


Caméras:



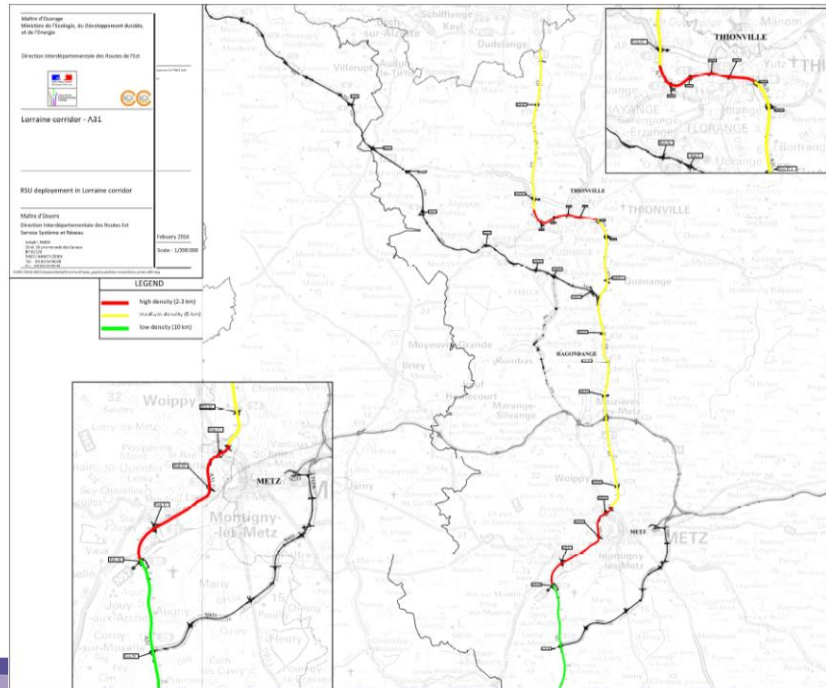
Systèmes de comptages (SIREDO + capteurs SENSYS) :





Couverture 4G :

Déploiement unités ITS-G5



Germany – Saarland

Infrastruktur

l'infrastructure-en particulier l'infrastructure de télécommunications



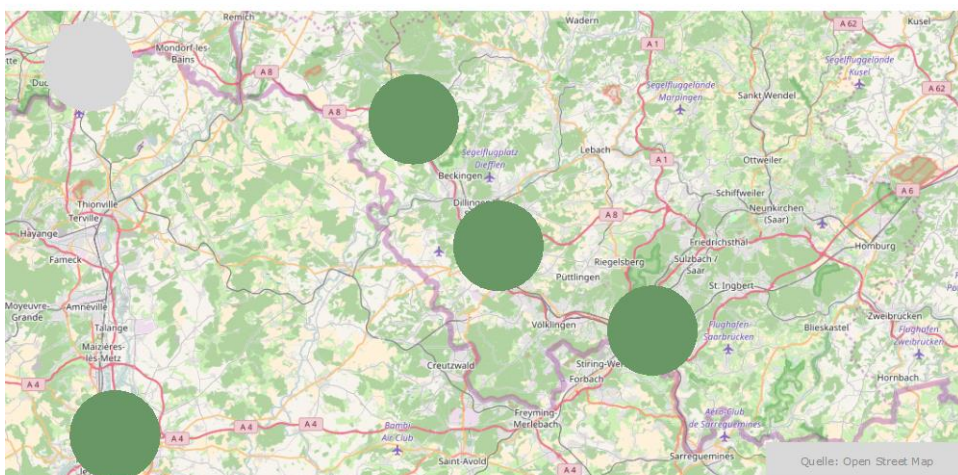
Seite 2



Darstellung des Streckenzuges

Le tableau du route

Merzig-Saarlouis-Saarbrücken-Metz-Luxemburg



Seite 3



Telematische Einrichtungen

L'équipement télématique

Streckenbeeinflussungsanlage - l'installation pour harmoniser le flux de circulation
 Netzeinflussungsanlage - l'influence de réseau routier
 Lichtwellenleiterkabel - câble à fibre
 Glättmeldeanlage - avertissement du lisse
 Verkehrszentrale - structure de commande centralisée du télématique

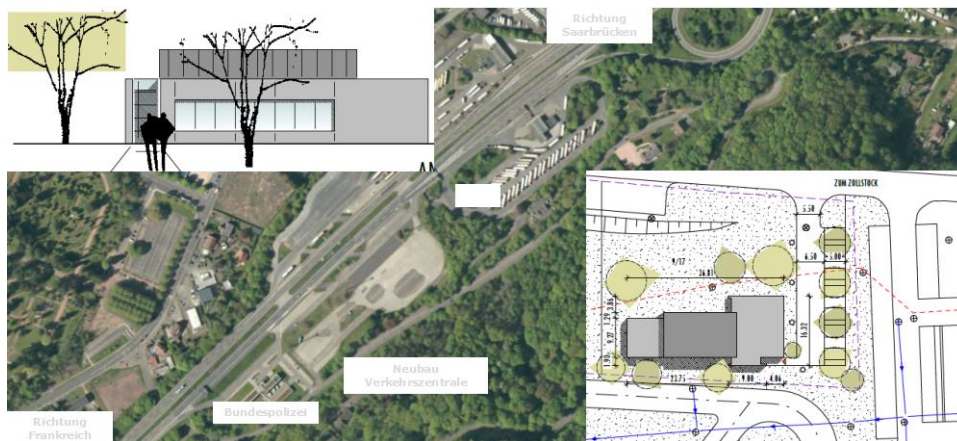


Seite 4

SAARLAND

Neubau der Verkehrszentrale

bâtiment neuf de la structure de commande centralisée du télématique au lieu du passage de la frontière franco-allemand „Goldene Bremm“



Seite 5

SAARLAND

Verkehrslage

situation de la circulation sur autoroutes



Seite 6

SAARLAND



Verkehrslage

situation de la circulation sur autoroutes



Seite 7

SAARLAND



situation de la circulation sur autoroutes

situation de la circulation sur autoroutes



D

situation de la circulation sur autoroutes

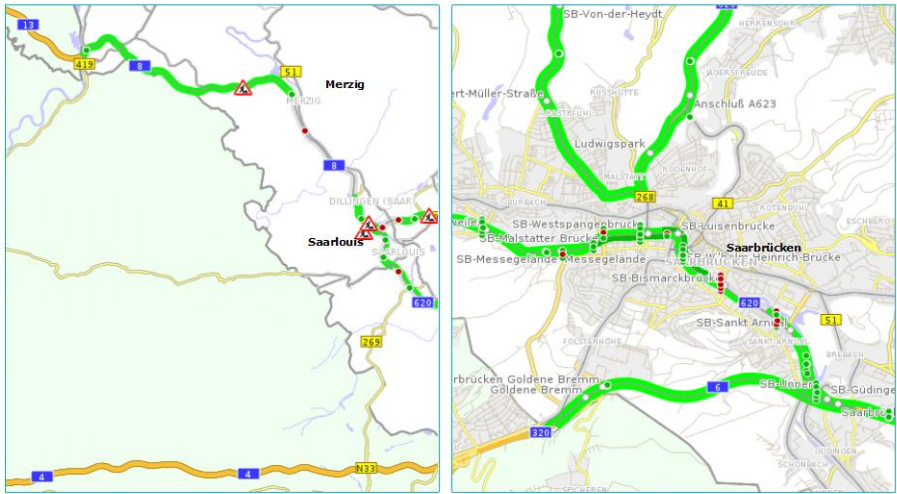
situation de la circulation sur autoroutes



D

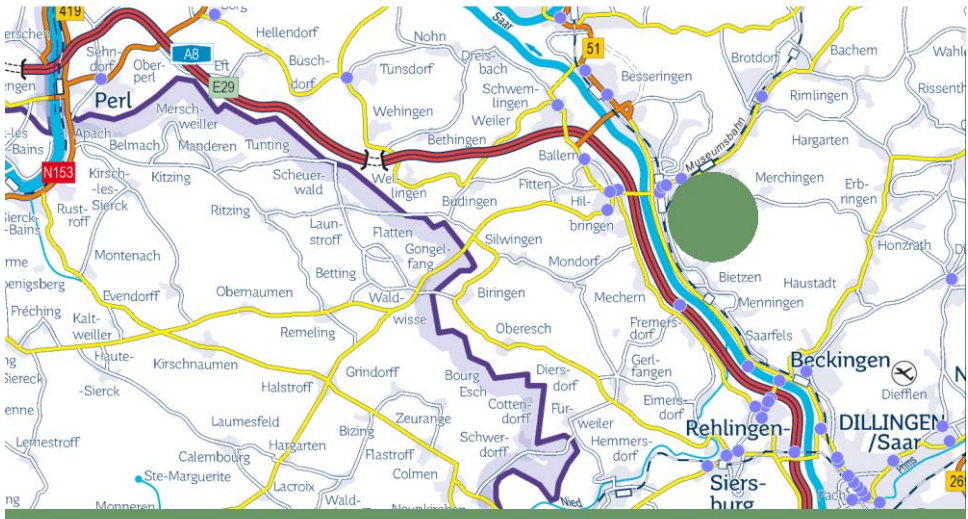
Schleifendaten

la data du trafic



Lichtsignalanlagen

les feux



Lichtsignalanlagen les feux

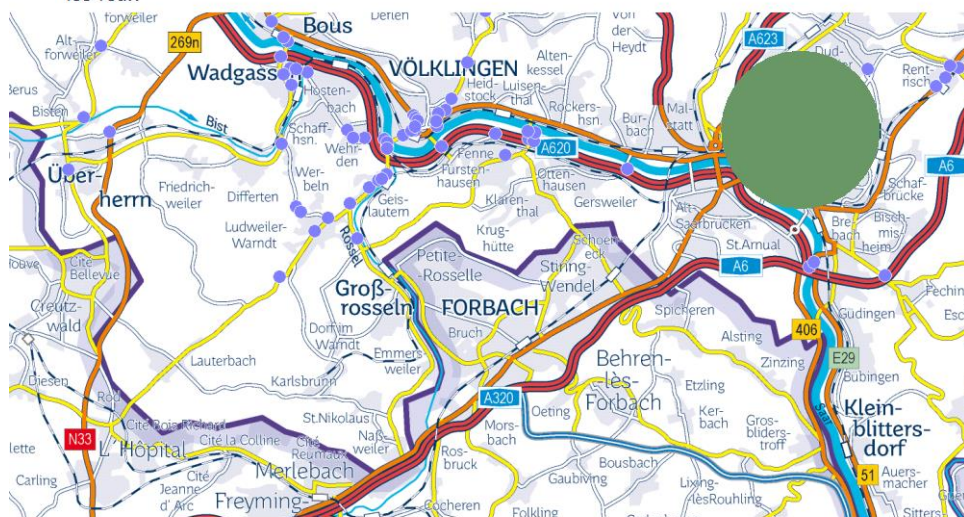


Seite 12

SAARLAND



Lichtsignalanlagen les feux



Seite 13

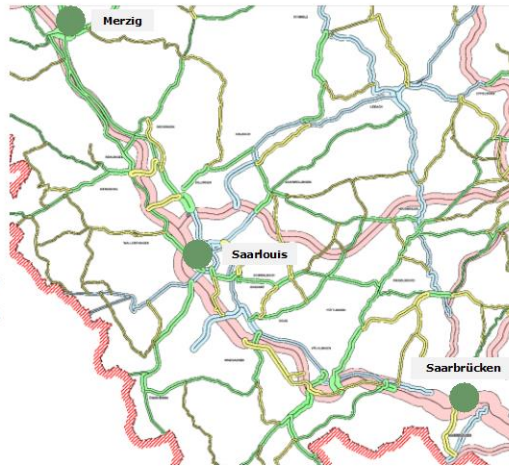
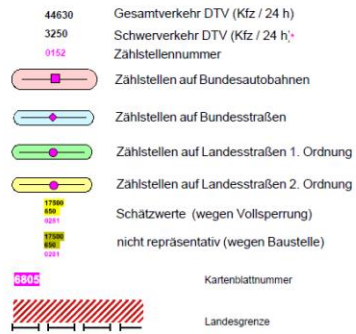
SAARLAND



Verkehrsmengen

volume du trafic

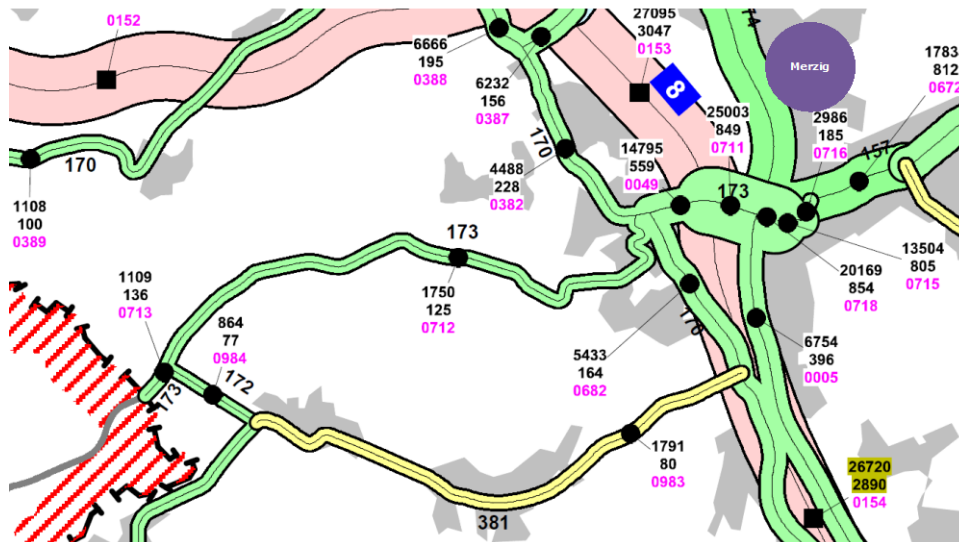
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke - DTV [Kfz/24h]



Verkehrsmengen

volume du trafic

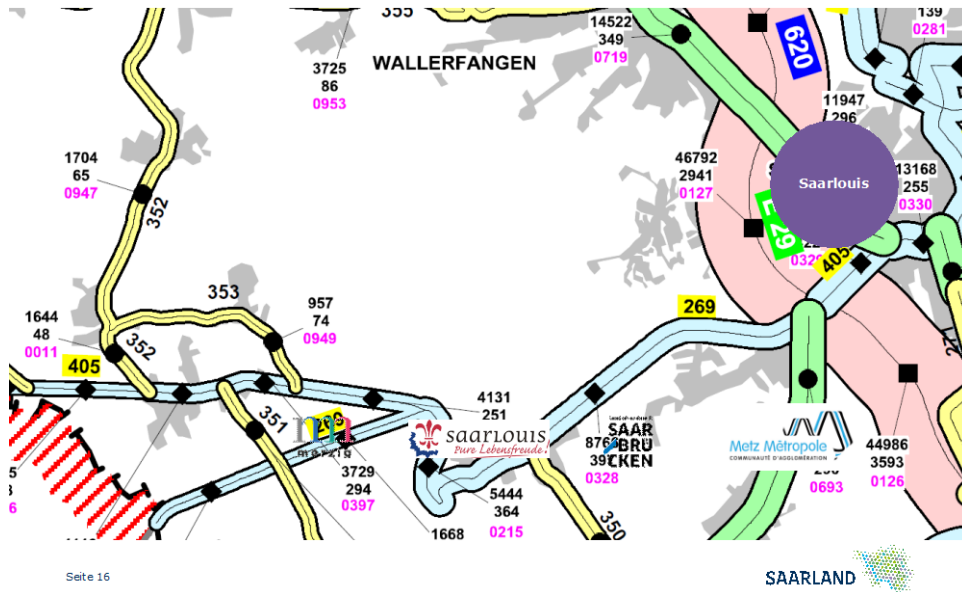
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke - DTV [Kfz/24h]



Verkehrsmengen

volume du trafic

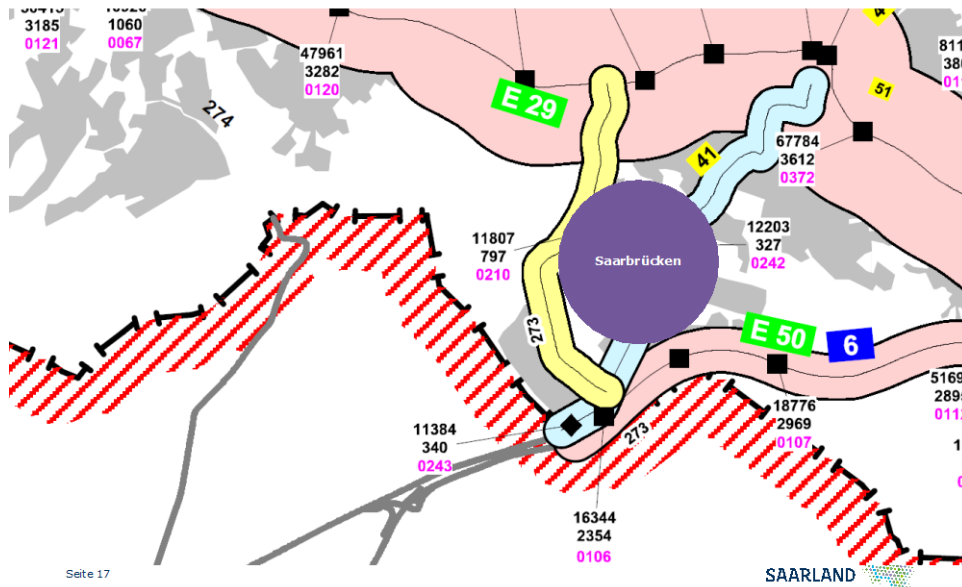
Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke - DTV [Kfz/24h]



Verkehrsmengen

volume du trafic

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke - DTV [Kfz/24h]



Sind Baustellen geplant?

Y a-t-il des travaux en course?



Seite 18

SAARLAND

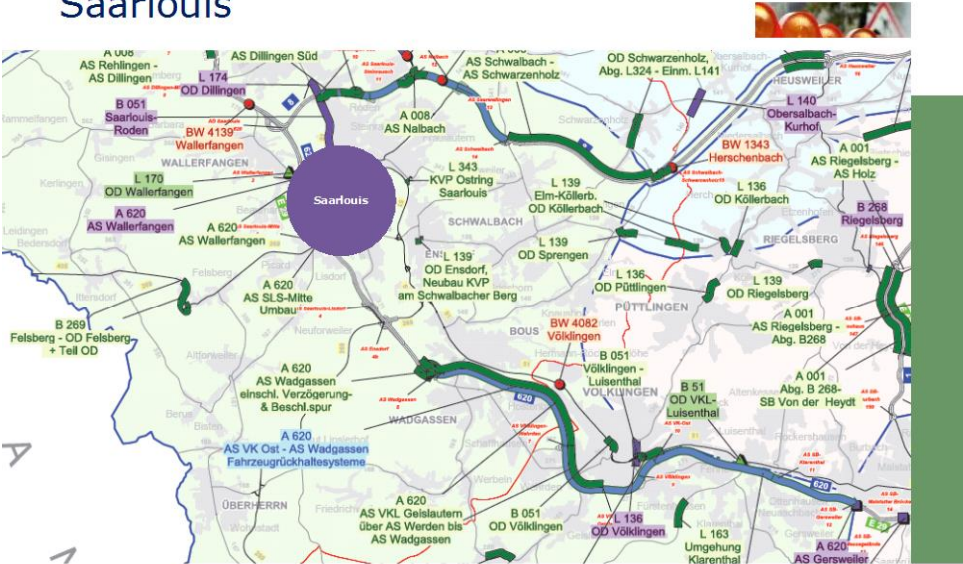
Merzig



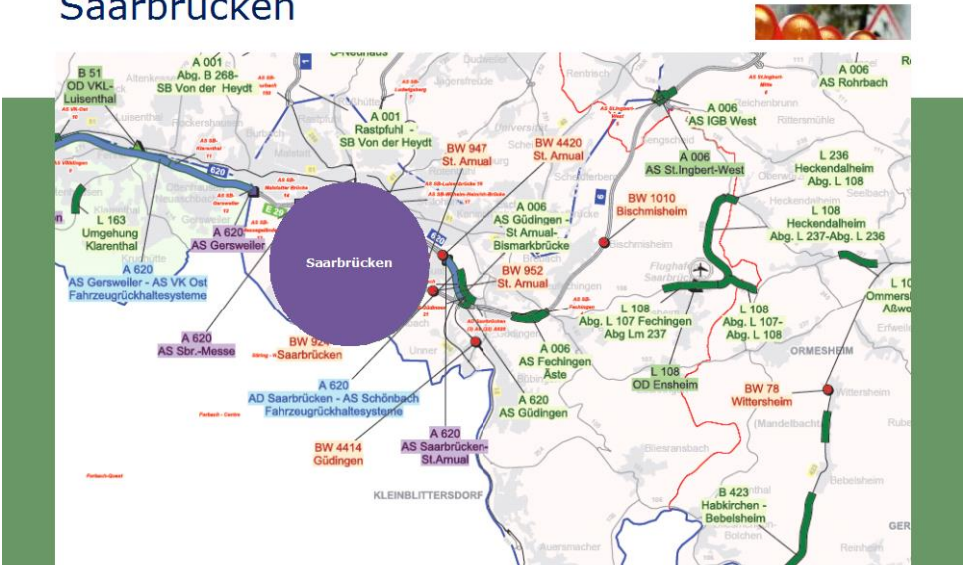
Seite 19

SAARLAND

Saarlouis



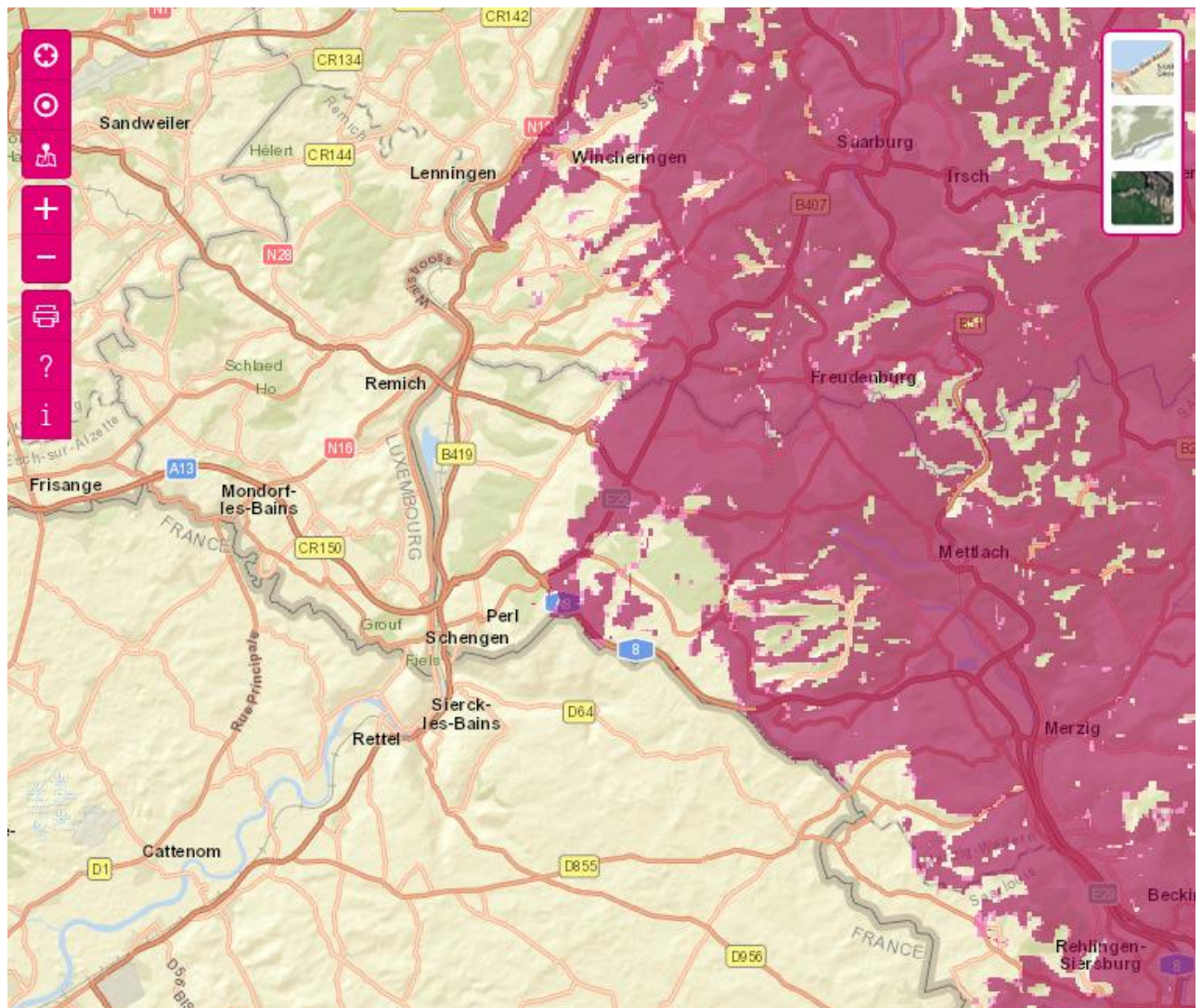
Saarbrücken



LTE-Coverage in Germany (Saarland)

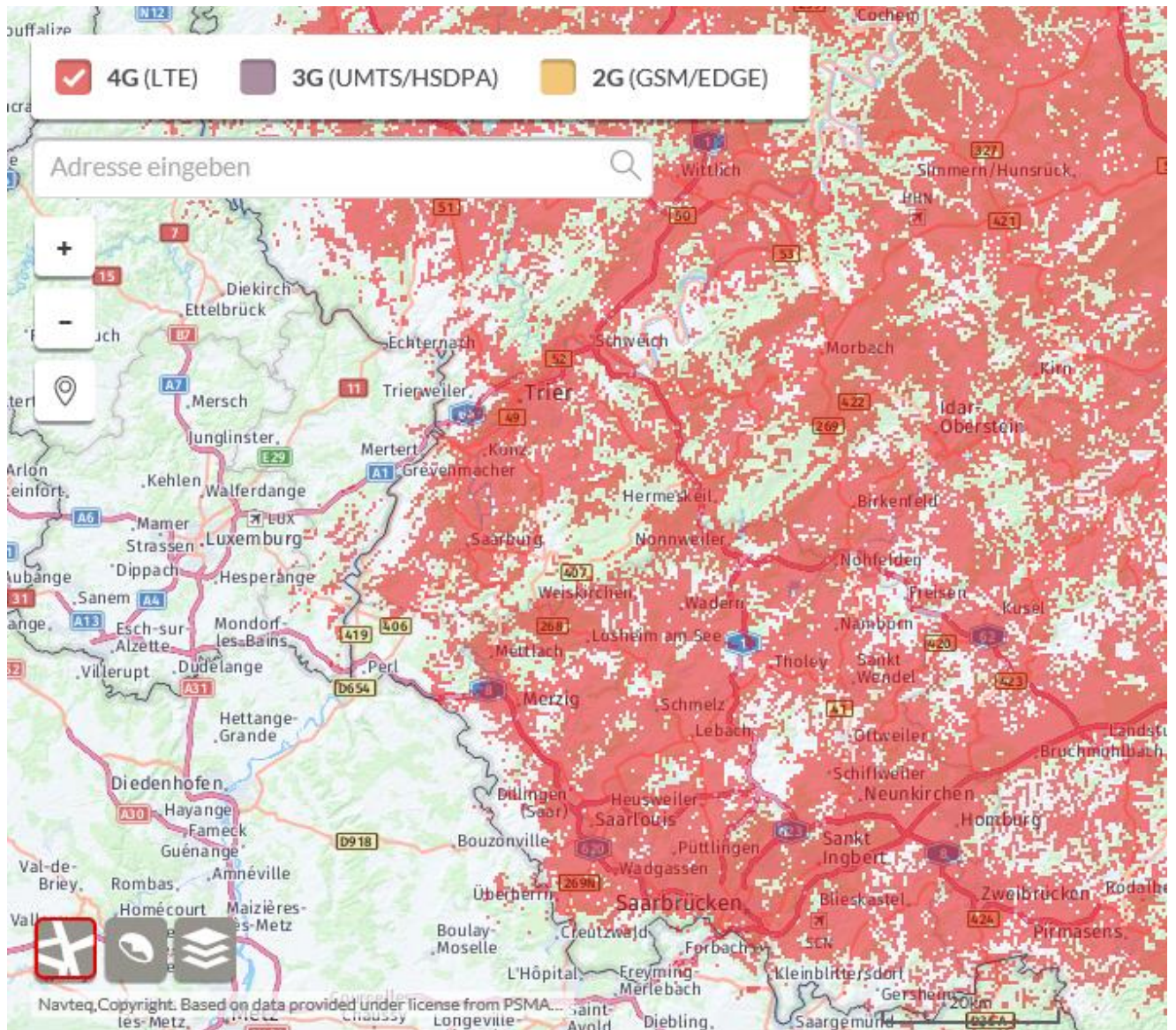
Telekom

<https://www.telekom.de/start/netzausbau>



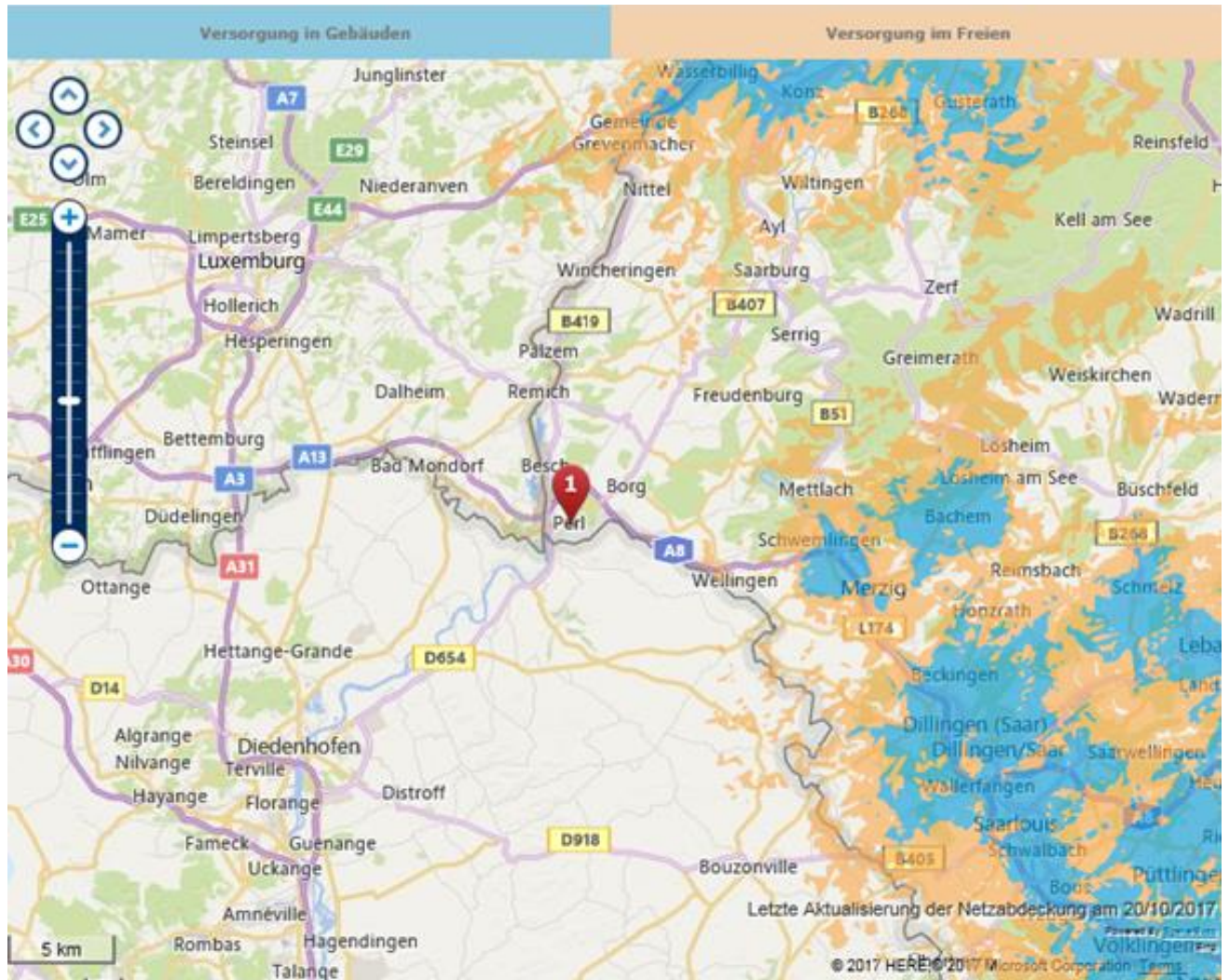
Vodafone

<https://www.vodafone.de/hilfe/netzabdeckung.html>



O2 - Telefonica

<https://www.o2online.de/service/netz-verfuegbarkeit/netzabdeckung/>



Forschungsgruppe Verkehrstelematik / ITS Research Group

Vorstellung ITeM / *conception ITeM*



Testfeld / *Site test*

- Vernetzt-kooperatives (automatisiertes) Fahren
 - *automatisée et connectée*
- Verwaltung, Betrieb und Koordination durch htw saar
 - *La administration, le fonctionnement et la coordination par htw sarre*
- Kooperation mit / *coopération avec*
 - MWAEV/LfS / Ministère d'économie, du travail, d'énergie et du transport
 - Stadt Merzig
 - Unternehmen / *entreprise*

Forschungsgruppe Verkehrstelematik Vorstellung ITeM / *conception ITeM*



Testfeld / *Site test*

Grundausstattung / *équipement de base*

- Alle bisherigen Arbeiten sind im Kontext von ÖGP erfolgt.
- *Tous les travaux antérieurs réalisés dans le contexte de financement public.*

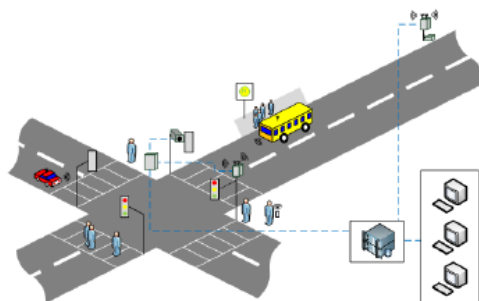


Testfeld / *Site test*

- Roadside Stations, 5G Kommunikationselemente / *éléments de communication*
- Erkennungssensorik / *capteur de détection*
 - Fußgänger, Radfahrer, Parkplätze, Verkehrslage / *Les piétons, les cyclistes, le stationnement, la circulation*
 - Neuro- und Fahrzeuginnenraumsensorik / *capteurs neurocognitif et interne au véhicule*
- Test- und Koordinationszentrale in Merzig vor Ort / *test et coordination centrale a Merzig*
- Flexible Einbausets (OBUs) für KFZ und ÖPNV / *esemble d'installation flexible a voiture et transport public*
- E-Ladesäule
station de recharge électrique

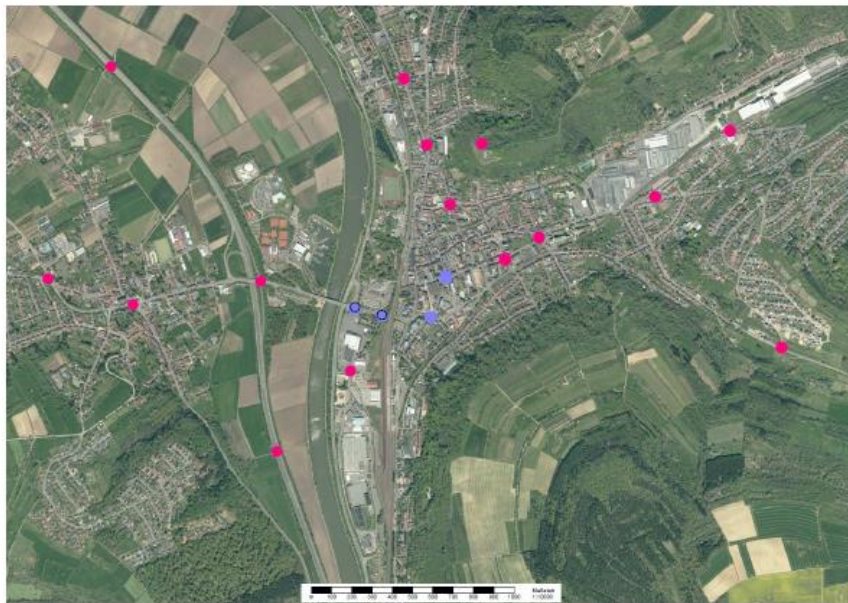
Zentrale/centrale

- Leistungsfähige Applikations- und Auswertungs-Systeme / *systèmes d'application et d'évaluation*
- Verkehrsrechner / *ordinateur de trafic (Swarco)*
- RSU-Zentrale (Heusch/Boesefeldt)
- Mobilfunkanbindung / *connectivité mobile*



Forschungsgruppe Verkehrstelematik

Vorstellung ITeM / conception ITeM



ITeM
stationäre IRS /
Stationnaire IRS



ITeM
mobile IRS
(temp.)



Geplant /
prévu



Forschungsgruppe Verkehrstelematik

Vorstellung ITeM / conception ITeM

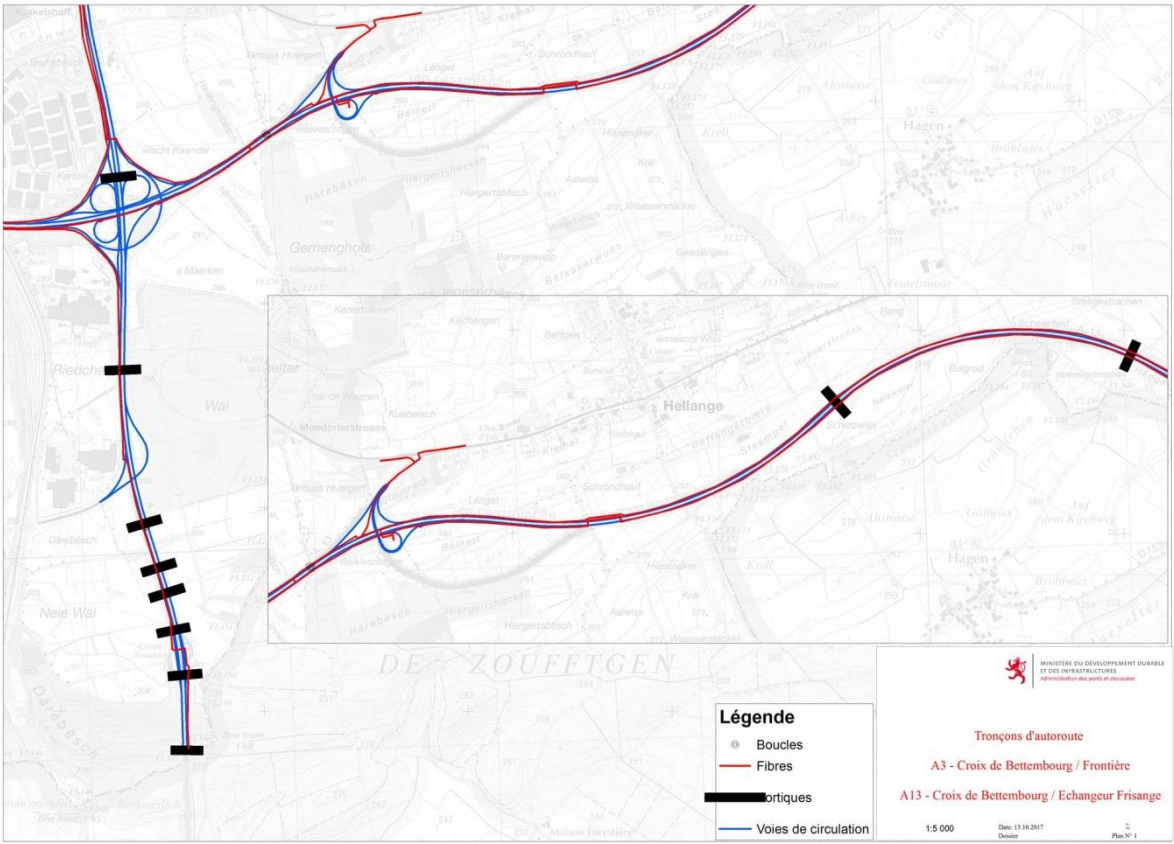
Site test - impressions

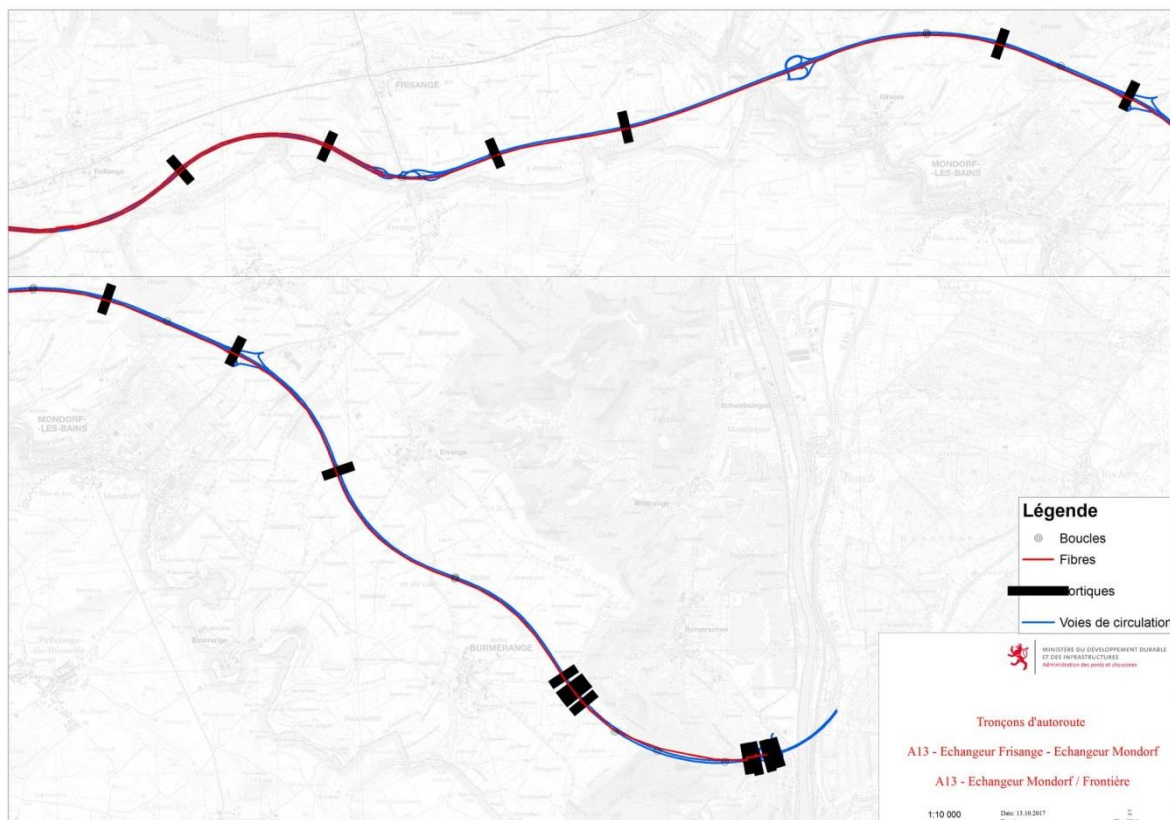


Site test - impressions



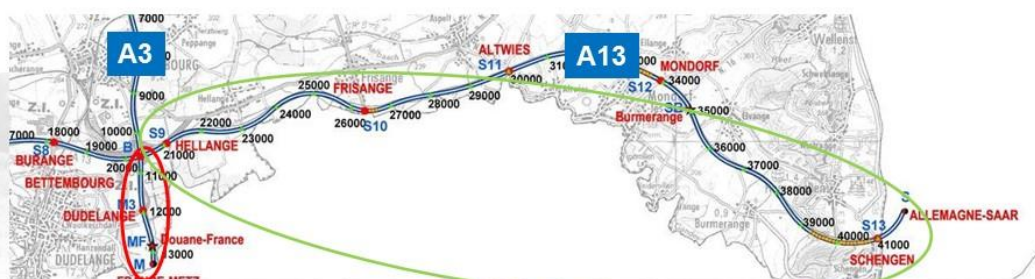
Luxemburg

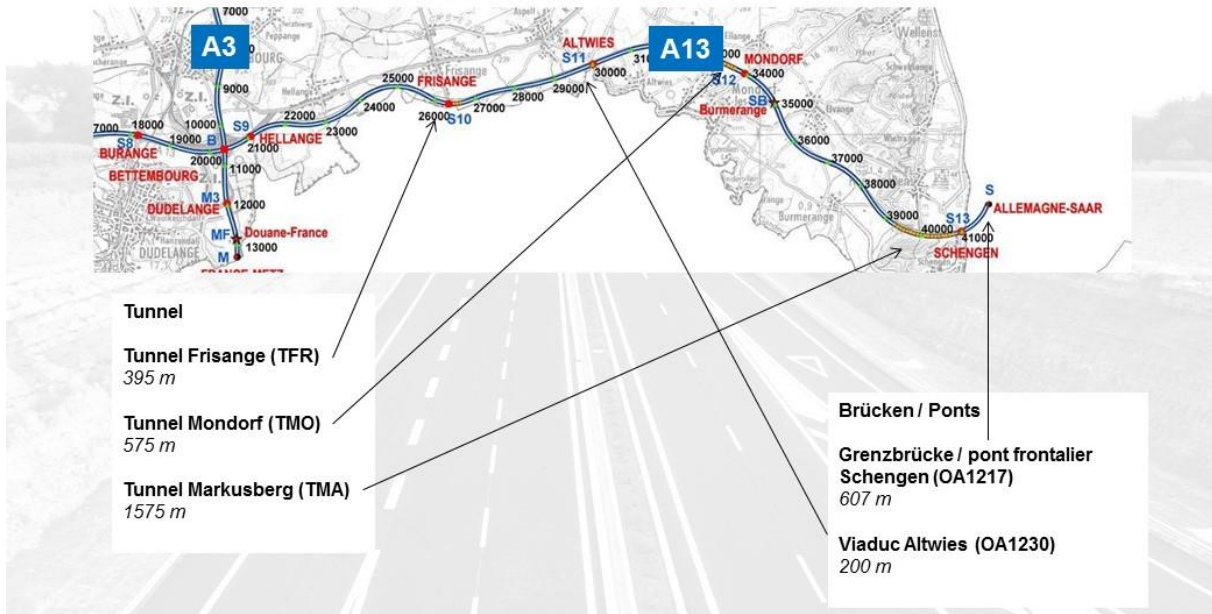




MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
 ET DES INFRASTRUCTURES
 Administration des ponts et chaussées

Testfeld «Luxemburg»

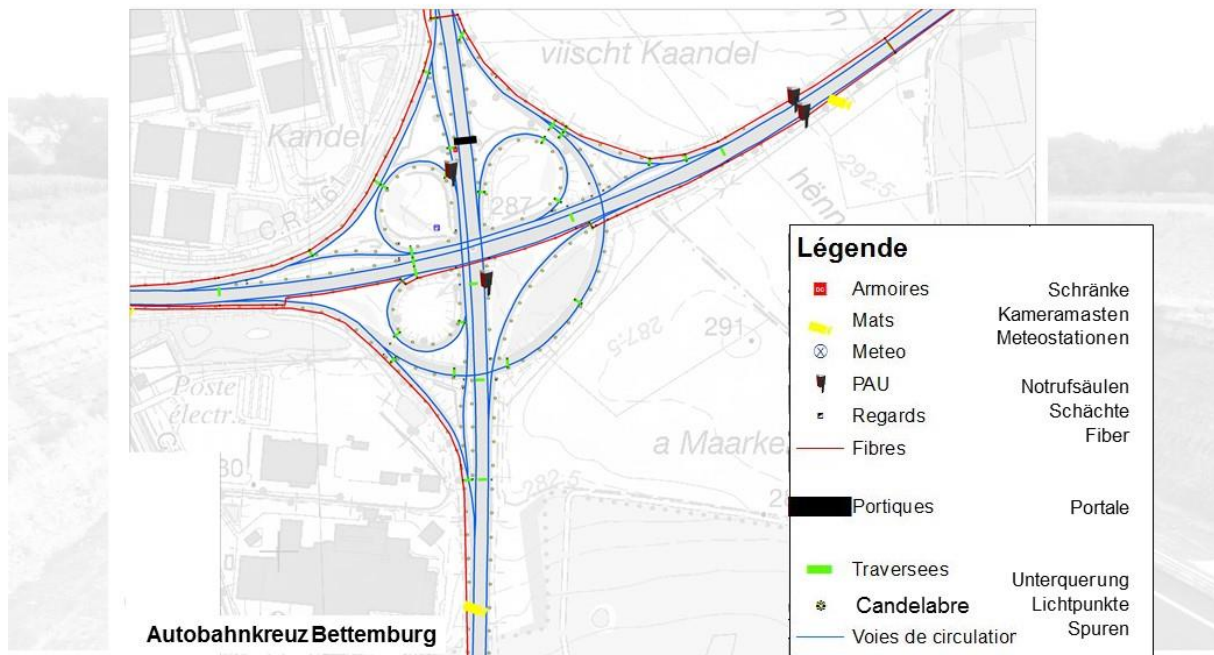




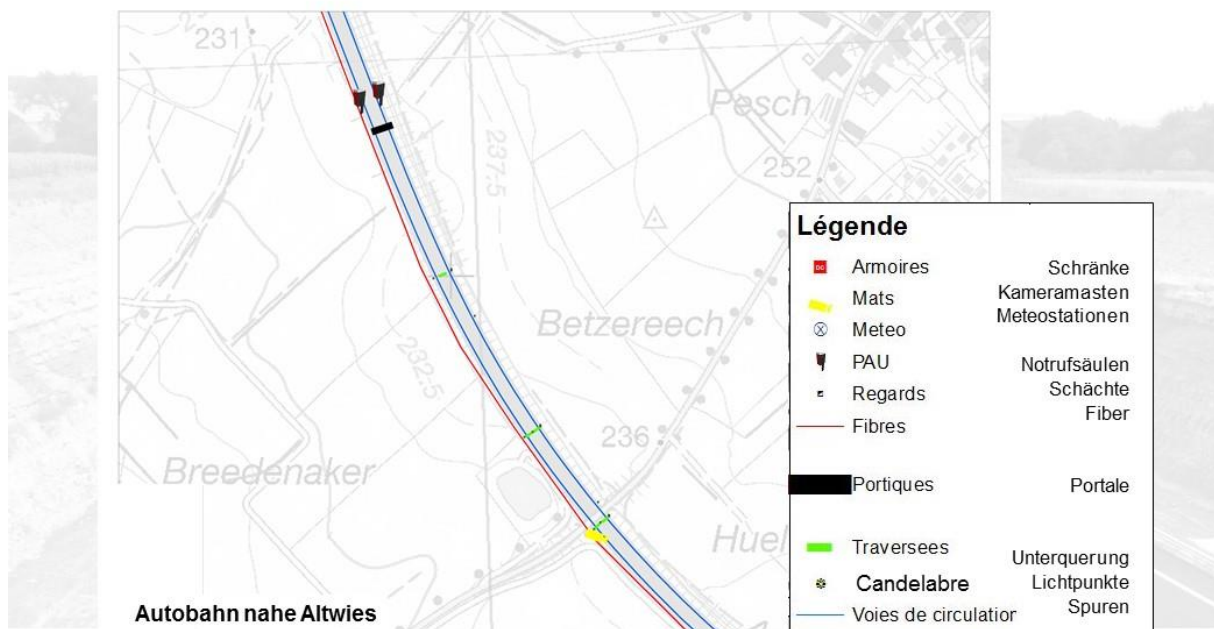
5



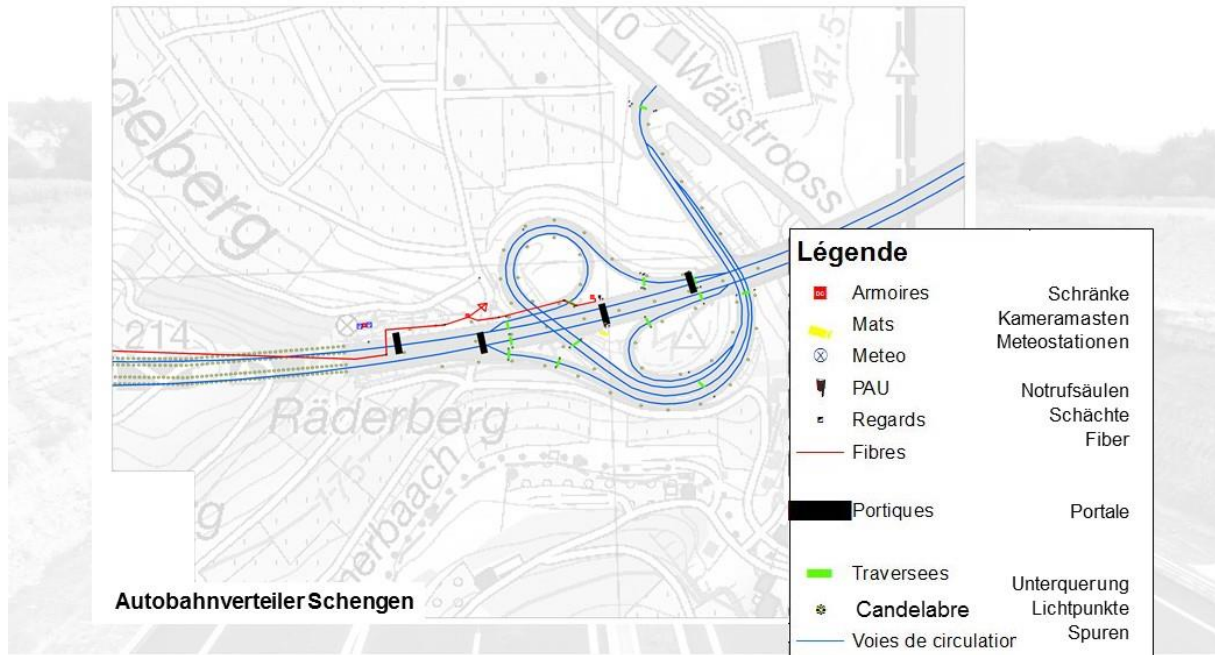
6

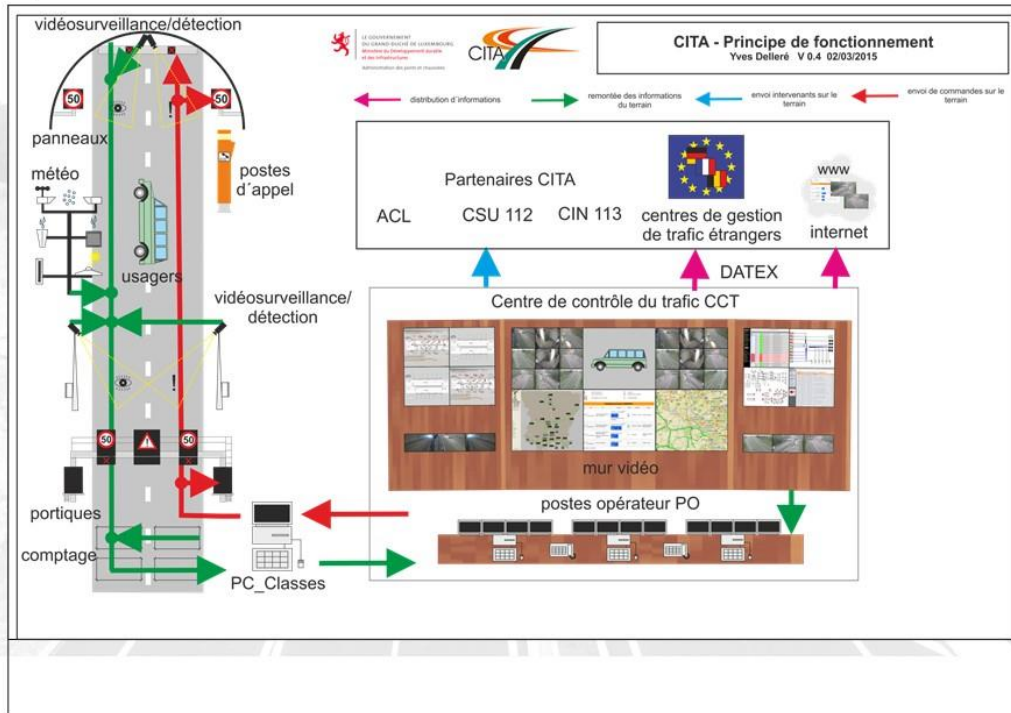


7



8





4G-Coverage in Luxembourg

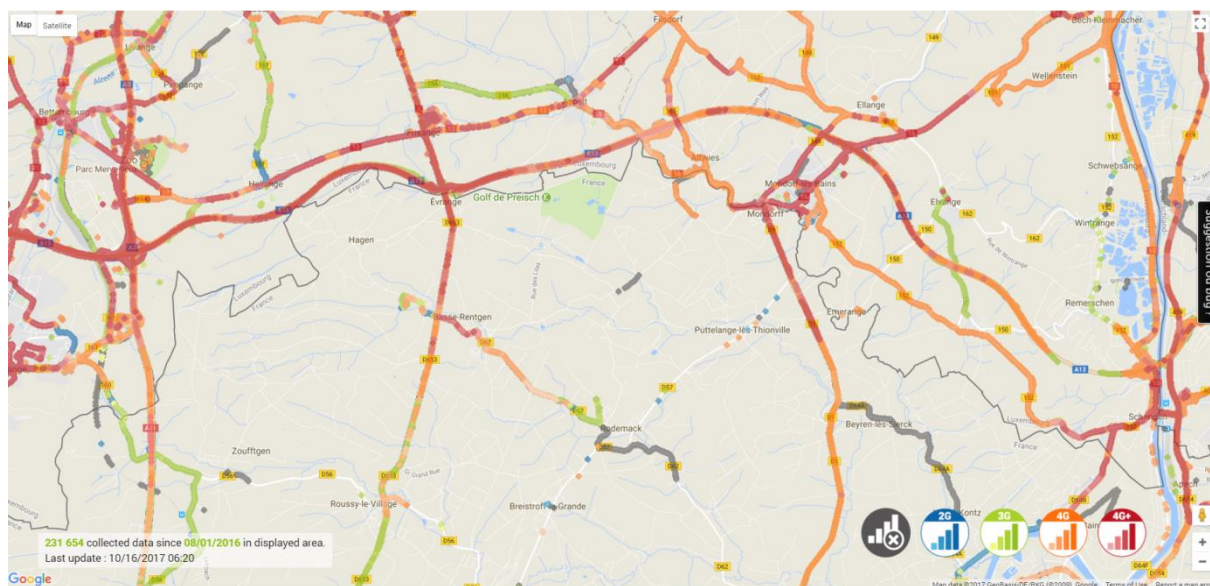
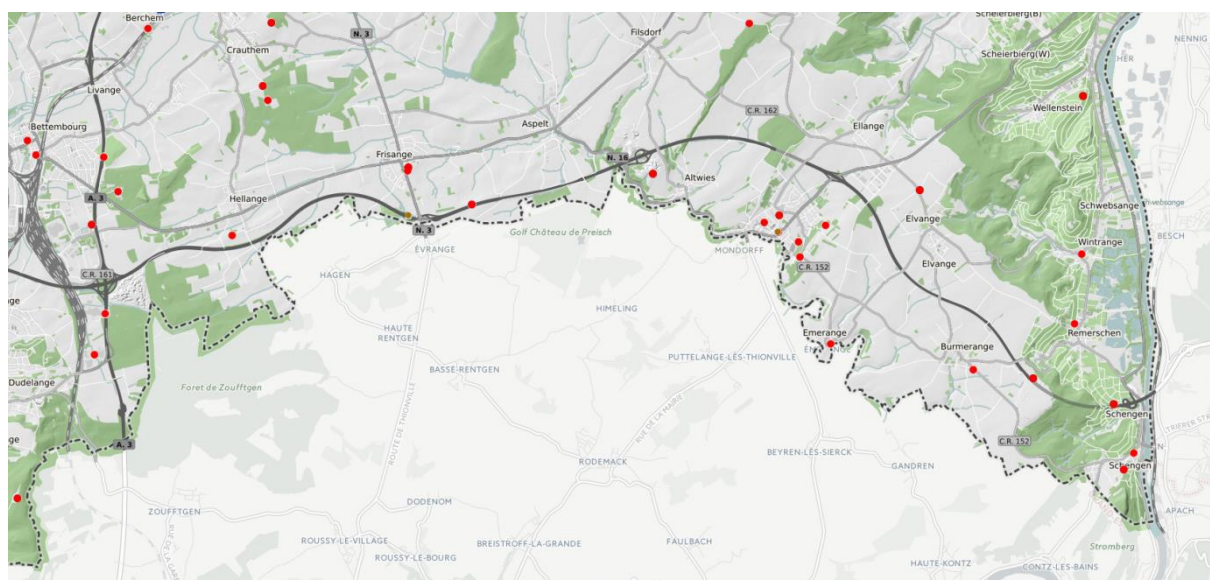


Figure 1 - 2G / 3G / 4G mobile network coverage map¹

Stations de base pour réseaux publics de communications mobiles < 50 Watt et \geq 50 Watt



¹ Source : nPerf maps [\[Link\]](#) ; Operator coverage : Tango

Annexe 4.1 Synthèse et comparaison des règles applicables dans les pays respectifs à l'autorisation de la mise en œuvre d'expérimentations de véhicules équipés de fonctions de délégation de conduite sur le site expérimental numérique Allemagne-France-Luxembourg

Quelles sont les normes qui définissent le cadre juridique en Allemagne, en France et au Luxembourg pour l'autorisation des expérimentations de véhicules?

L'octroi des autorisations pour l'expérimentation de véhicules à fonctions de conduite déléguée et connectée sur l'itinéraire du site expérimental trilatéral suit les règles applicables à la circulation routières en vigueur en France, en Allemagne (Sarre) et au Luxembourg.

En Allemagne, les dispositions essentielles pour l'autorisation des expérimentations sont contenues dans la loi sur la circulation routière (StVG) et le règlement allemand relatif à l'admission des véhicules à la circulation routière (StVZO), et notamment l'article 19, paragraphe 5, l'article 21 et 70 dudit règlement (StVZO). De plus, il y a lieu de respecter les procédures prévues par l'administration régionale de la Sarre qui est compétente pour la mise en œuvre des dossiers relevant du StVZO.

En France et au Luxembourg, les dispositions des Codes de la route respectifs doivent être respectées. Au Luxembourg, il faut également tenir compte de la « Loi du 14 février 1955 concernant la réglementation de la circulation sur toutes les voies publiques » et de deux actes grand-ducaux : l'« Arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques » et le « Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers ».

Où faut-il adresser les demandes d'autorisation ?

Le point de contact central pour toute demande d'autorisation d'expérimentation sur la section allemande du site expérimental est le ministère de l'Économie, du Travail, de l'Énergie et des Transports de la Sarre (MWA EV). Les demandes d'autorisation d'expérimentation sur la section française doivent être adressées au ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). Au Luxembourg, c'est le ministère du Développement durable et des Infrastructures (MDDI) qui est responsable de l'octroi des autorisations pour la mise en œuvre d'expérimentations sur la section luxembourgeoise du site test. De plus, des guichets uniques sont prévus dans chacun des trois États qui ont pour mission de diffuser les informations concernant le site expérimental et de transmettre des propositions de projets d'expérimentation :

Allemagne : koaf@bmvi.bund.de

France : site-transfrontiere-automatisation@developpement-durable.gouv.fr

Luxembourg : crossborder@testbed.lu

Quelle est la procédure d'autorisation en France, au Luxembourg et en Allemagne ? - Points communs et différences

En Allemagne et au Luxembourg, les prescriptions régissant l'admission à la circulation de véhicules équipés de fonctions de délégation de conduite sont similaires. Dans les deux pays, la procédure d'autorisation et les documents à fournir par le requérant dépendent du fait si le véhicule qui sera utilisé pour les expérimentations est couvert par une homologation par type et si le véhicule respecte

les prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur. En France, cette différenciation n'a pas d'incidence sur la procédure d'autorisation.

Les véhicules bénéficiant d'une homologation par type peuvent être admis en Allemagne et au Luxembourg dès lors que le véhicule a été notifié à l'autorité d'immatriculation comme étant un véhicule effectuant des expérimentations. A la différence de la France, aucun certificat d'immatriculation particulier n'est octroyé mais uniquement une annotation en conséquence est apportée sur le certificat d'immatriculation existant par l'autorité d'immatriculation. Au Luxembourg, les dispositions prévoient en plus que le véhicule soit marqué d'une inscription le signalant comme étant un véhicule effectuant des expérimentations. Puis, l'autorisation préalable du MDDI est nécessaire au Luxembourg.

Les véhicules n'étant pas couvert par une homologation de type peuvent, en Allemagne et au Luxembourg, être admis à la circulation par l'autorité d'immatriculation sur la base d'une autorisation individuelle pour véhicule effectuant des expérimentations. A cet effet, l'autorité d'immatriculation peut exiger que le requérant présente une expertise. A ce niveau, l'Allemagne et le Luxembourg reconnaissent différents organes susceptibles d'établir de tels avis. Alors qu'en Allemagne le TÜV (Technischer Überwachungsverein) ou le DEKRA (Deutsche Kraftfahrzeug-Überwachungs-Verein) sont des instances agréés pour l'établissement de tels avis, au Luxembourg ces avis peuvent être rendus par une autorité responsable d'homologation européenne par type, par un constructeur de type de véhicule ou par un service technique (ATEEL, Luxcontrol et TÜV-Rheinland). Au Luxembourg, outre l'autorisation individuelle, une autorisation supplémentaire devra être demandée auprès du MDDI.

Lorsque le véhicule devant effectuer des expérimentations ne correspond pas aux règles de construction et d'exploitation en vigueur, l'Allemagne exige une autorisation exceptionnelle en vertu de l'article 70 du règlement StVZO qui peut être assortie de conditions. Au Luxembourg, il est également possible qu'un tel véhicule soit admis à la circulation par l'autorité d'immatriculation. Cependant dans ces cas de figure, l'autorité d'immatriculation peut également demander que le requérant présente une expertise. Une autorisation supplémentaire devra être obtenue auprès du MDDI.

De plus, la réglementation luxembourgeoise prévoit pour l'admission des véhicules expérimentaux à la circulation la possibilité de demander une plaque minéralogique rouge conformément à l'article 34, paragraphe 1 du « Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers ». Cette plaque minéralogique permet une utilisation du véhicule pour une durée limitée de 15 jours. S'il est prévu de faire circuler ce véhicule au-delà des frontières, un livre de bord doit se trouver dans le véhicule.

En France, le requérant doit, que le véhicule soit couvert par une réception par type ou non, déposer une demande d'autorisation. Le dossier doit contenir notamment une description technique du véhicule d'expérimentation, la demande d'expérimentation et les avis du gestionnaire de l'infrastructure, de l'autorité compétente pour la police routière, ainsi que de l'autorité organisatrice des transports, lorsque le véhicule est destiné au transport public de voyageurs. Le document d'autorisation indique clairement sur quelles sections routières le véhicule peut circuler en mode automatique et lesquelles des fonctions de conduite automatisée y peuvent être activées. A cet effet, le véhicule doit être équipé d'un appareil qui enregistre à quels moments le véhicule a roulé en mode automatique. Les détenteurs d'autorisations d'expérimentations doivent régulièrement présenter des rapports aux ministères compétents sur les expérimentations effectuées. En France, la validité des

autorisations d'expérimentation sur route est limitée à deux ans au maximum, avec l'option de renouvellement.

Quelles sont les exigences en ce qui concerne le conducteur du véhicule lors des expérimentations ?

En France, en Allemagne et au Luxembourg, les expérimentations de véhicules équipés de fonctions de délégation de conduite se font avec un conducteur à bord qui doit à tout moment être prêt à reprendre le contrôle du véhicule. Les systèmes de conduite déléguée doivent être conçus de manière à ce que le conducteur puisse à tout moment les neutraliser ou désactiver.

Annex 4.1: Überblick und Vergleich der landesspezifischen Genehmigungsvorschriften für Erprobungsfahrten von automatisierten Fahrzeugen auf dem Digitalen Testfeld Deutschland – Frankreich – Luxemburg

Welche Normen bilden in Deutschland, Frankreich und Luxemburg den rechtlichen Rahmen für die Genehmigung von Erprobungsfahrten?

Die Genehmigung von Erprobungen von Fahrzeugen mit automatisierten und vernetzten Fahrfunktionen auf den Streckenabschnitten des trilateralen Testfeldes in Frankreich, Deutschland (Saarland) und Luxemburg erfolgt im Rahmen der in den drei Staaten geltenden straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften.

In Deutschland sind das Straßenverkehrsgesetz mit der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) zentrale Vorschriften für die Genehmigung von Erprobungsfahrten. Hierbei sind vor allem die §§ 19 Abs. 6, 21 und 70 StVZO einschlägig. Darüber hinaus sind zusätzlich die Verfahrensweisen des Saarlandes zu beachten, das für die Umsetzung der StVZO-Angelegenheiten zuständig ist.

In Frankreich und Luxemburg sind die Vorgaben der jeweiligen Code de la Route zu beachten. In Luxemburg sind in deren Rahmen vor allem das großherzogliche Gesetz „Loi du 14 février 1955 concernant la réglementation de la circulation sur toutes les voies publiques“ sowie die beiden großherzoglichen Vorschriften „Arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques“ und „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ zu beachten.

Wo sind die Genehmigungsanträge einzureichen?

Zentrale Anlaufstelle für die Genehmigung von Erprobungsfahrten auf dem deutschen Streckenabschnitt des Testfeldes ist das Saarländische Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr (MWAEV). Die Genehmigungsanträge für Erprobungsfahrten auf dem französischen Streckenabschnitt sind beim Ministerium für ökologischen und solidarischen Wandel einzureichen (MTES). In Luxemburg ist das Ministerium für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur (MDDI) für die Genehmigung von Erprobungsfahrten auf dem luxemburgischen Streckenabschnitt des Testfeldes verantwortlich. Darüber hinaus wurden für weitere Informationen zum Testfeld und zur Übermittlung von Projektvorschlägen für Erprobungen sogenannte Single Points of Contact in den drei Staaten eingerichtet:

Deutschland: koaf@bmvi.bund.de

Frankreich: site-transfrontiere-automatisation@developpement-durable.gouv.fr

Luxemburg: crossborder@testbed.lu

Wie ist der Genehmigungsprozess in Deutschland, Frankreich und Luxemburg geregelt? – Gemeinsamkeiten und Unterschiede

In Deutschland und Luxemburg gelten ähnliche Zulassungsvorschriften für Fahrzeuge mit automatisierten Fahrfunktionen. Zulassungsprozess und vom Antragsteller einzureichende Unterlagen richten sich in beiden Staaten danach, ob das Fahrzeug, welches für Erprobungszwecke genutzt

werden soll, bereits typgenehmigt ist und ob es den geltenden Bau- und Betriebsvorschriften entspricht. In Frankreich ist diese Unterscheidung für den Genehmigungsprozess nicht relevant.

Bei typgenehmigten Fahrzeugen ist eine Zulassung in Deutschland und Luxemburg möglich, sofern der Zulassungsbehörde das Fahrzeug als Erprobungsfahrzeug gemeldet worden ist. Anders als in Frankreich wird kein besonderer Fahrzeugschein ausgestellt, sondern der existierende Fahrzeugschein mit einem entsprechenden Vermerk der Zulassungsbehörde versehen. Darüber hinaus sehen die luxemburgischen Regelungen vor, dass ein Schriftzug auf dem Fahrzeug angebracht werden muss, der dieses als Erprobungsfahrzeug kennzeichnet. Zusätzlich bedarf es einer Genehmigung des MDDI in Luxemburg.

Fahrzeuge ohne EU-Typgenehmigung können in Deutschland und Luxemburg per Einzelgenehmigung von der Zulassungsbehörde als Erprobungsfahrzeug zugelassen werden. Hierfür kann die Zulassungsbehörde ein Gutachten vom Antragsteller verlangen. Dabei unterscheidet sich in Deutschland und Luxemburg die staatlich anerkannte Stelle zur Anfertigung des Gutachtens. Während in Deutschland der Technische Überwachungsverein (TÜV) oder der Deutsche Kraftfahrzeug-Überwachungs-Verein (DEKRA) als amtlich anerkannte Sachverständige ein solches Gutachten erstellen können, ist in Luxemburg die Anfertigung des Gutachtens von einer europäischen Typgenehmigungsbehörde, einem Hersteller welcher typgenehmigte Fahrzeuge herstellt oder technischen Dienst (ATEEL, Luxcontrol und TÜV-Rheinland) möglich. In Luxemburg muss neben der Einzelgenehmigung eine zusätzliche Genehmigung des MDDI beantragt werden.

Wenn das Erprobungsfahrzeug nicht den geltenden materiellen Bau- und Betriebsvorschriften entspricht, ist in Deutschland eine Ausnahmegenehmigung, die mit Auflagen versehen werden kann, gemäß § 70 StVZO erforderlich. In Luxemburg kann ein solches Fahrzeug ebenfalls von der Zulassungsbehörde zugelassen werden. Allerdings hat die Zulassungsbehörde auch in diesem Fall das Recht, ein Gutachten vom Antragsteller zu verlangen. Eine zusätzliche Genehmigung des MDDI in Luxemburg ist einzuholen

Darüber hinaus ist in Luxemburg die Zulassung von Erprobungsfahrzeugen durch die Beantragung eines roten Fahrzeugkennzeichens gemäß § 34 Abs. 1 des „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ möglich. Das Kennzeichen erlaubt die Nutzung des Fahrzeugs für einen begrenzten Zeitraum von 15 Tagen. Ist eine Nutzung im Ausland vorgesehen, muss zusätzlich ein Fahrtenbuch mitgeführt werden.

In Frankreich muss der Antragsteller unabhängig davon, ob sein Fahrzeug bereits typgenehmigt ist oder nicht, einen Genehmigungsantrag einreichen, der insbesondere eine technische Beschreibung des Erprobungsfahrzeugs, den Erprobungsantrag und Stellungnahmen des Infrastrukturbetreibers, der zuständigen Behörde der Verkehrspolizei sowie bei Fahrzeugen, die der Beförderung von Personen dienen, die Stellungnahme des zuständigen Aufgabenträgers enthält. In der Genehmigung wird festgelegt, auf welchen Straßenabschnitten das Fahrzeug automatisiert fahren darf und welche automatisierten Fahrfunktionen dabei aktiviert werden dürfen. Zu diesem Zweck muss das Fahrzeug mit einem Gerät ausgestattet sein, welches aufzeichnet, wann das Fahrzeug automatisiert gefahren ist. In regelmäßigen Abständen ist den zuständigen Ministerien über die Erprobungsfahrten vom Genehmigungsinhaber zu berichten. In Frankreich ist die Genehmigung für Erprobungsfahrten maximal zwei Jahre, mit der Option zur Verlängerung, gültig.

Welche Anforderungen bestehen an den Fahrzeugführer während der Erprobungsfahrt?

Erprobungsfahrten von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen setzen in Deutschland, Frankreich und Luxemburg einen ständig eingriffsbereiten Fahrzeugführer voraus. Die entsprechenden Fahrzeugsysteme müssen so ausgestaltet sein, dass der Fahrzeugführer sie jederzeit übersteuern oder abschalten kann.

Annex 4.2 : Présentation synthétique du cadre réglementaire prévu en France en application de l'ordonnance du 3 août 2016

Document de travail : NB : La description ci-après est fondée sur les projets de texte soumis à consultation institutionnelle au 21 juillet 2017. Cette description sera mise à jour au vu des textes publiés.

- **Conditions générales**

L'autorisation constitue un préalable à la circulation à des fins d'expérimentation d'un véhicule à délégation de conduite. Ces expérimentations portent sur un ou plusieurs des cas suivants :

- essais techniques et mise au point ;
- évaluations des performances en situation de l'usage pour lequel est destiné le véhicule à délégation de conduite ;
- démonstrations publiques, notamment lors de manifestations éventuelles.

Les véhicules relevant de l'expérimentation de véhicule à délégation de conduite circulent sous couvert d'un certificat d'immatriculation spécifique « WW DPTC ».

L'autorisation peut être assortie de conditions permettant de garantir la sécurité durant l'expérimentation.

Les sections sur lesquelles le véhicule est autorisé à circuler en délégation de conduite ainsi que les fonctions de délégations de conduite pouvant être activées sur ces sections sont précisées dans l'autorisation.

L'autorisation peut porter sur un véhicule affecté à l'exécution d'un service de transport de personnes ou de marchandises. Dans le cas d'une expérimentation d'un véhicule destiné au transport public de personnes ou de transport de marchandises, ce transport s'effectue sur le trajet défini dans l'autorisation. Toute expérimentation d'un véhicule à délégation de conduite destiné au transport public de personnes comporte une période d'essai sans l'exécution de ce transport.

Les véhicules à délégation de conduite circulant dans le cadre d'une autorisation d'expérimentation sont équipés d'un dispositif d'enregistrement permettant d'identifier les phases de délégation de conduite.

Le demandeur garantit que ses capacités financières et techniques sont adaptées à l'objet de l'expérimentation.

L'autorisation précise la date de début et la durée durant laquelle l'expérimentation est autorisée. La durée maximale de l'autorisation est de deux ans et peut être prolongée par renouvellement de l'autorisation en fonction de l'évaluation de l'expérimentation.

- **Contenu du dossier de demande**

Le dossier de demande d'autorisation décrit les conditions dans lesquelles l'expérimentation sera réalisée. Il contient notamment :

- un dossier technique du ou des véhicules ;
-

Liste des éléments demandés dans le dossier de l'expérimentation

- Présentation du contexte de l'expérimentation, notamment :
 - les acteurs impliqués et leurs rôles respectifs dans l'expérimentation,
 - la gestion de l'expérimentation,
 - le contexte global de l'expérimentation ;
- Présentation de l'expérimentation, notamment :
 - les dates de début et de fin, en incluant la marche à blanc le cas échéant,
 - la localisation de l'expérimentation,
 - les objectifs de l'expérimentation,
 - la plage horaire journalière de l'expérimentation,
 - les protocoles d'expérimentation utilisés,
 - s'il y a lieu, le type de service de transport expérimenté (transport en commun de personne, transport public de personne, transport de marchandise),
 - les études de sécurité effectuées ;
- Présentation des modalités de l'expérimentation, notamment :
 - le nombre de véhicules utilisés,
 - le numéro d'identification (VIN) des véhicules utilisés,
 - les interactions avec les autres usagers de la voirie,
 - les trajets empruntés,
 - le profil des expérimentateurs (permis de conduire, qualifications spécifiques, formations) ;
 - le cas échéant, et en référence au point III de l'article 11 du décret n° 2017-xx relatif à l'expérimentation de véhicules à délégation de conduite sur les voies publiques, les interactions et coordinations entre les systèmes de supervision et les commandes déportés et les systèmes de gestion et de contrôle de la circulation existants ainsi que les protocoles de communication être le conducteur déporté et les éventuelles personnes à bord du véhicule ;
- Un sous-dossier concernant la voirie contenant en particulier:
 - un plan de situation général des voiries empruntées,
 - la liste des sections de voirie empruntées suivant le format en annexe 7,
 - la caractérisation des sections de voirie avec notamment :
 - le plan de ces sections,
 - les équipements et signalisations nécessaires à l'expérimentation, le cas échéant, les plans de détails permettant de comprendre l'intégration dans le système existant (profils en travers, organisation des carrefours, signalisation, ...).
 - la réglementation en vigueur sur les voiries concernées en matière de police de circulation et du stationnement ;
- Une attestation de capacités financières et techniques dûment remplie dont un modèle figure en annexe 10 ;
- Toute autre information que le demandeur juge nécessaire de porter à connaissance.

- un dossier d'expérimentation ;
- Les avis suivants :
 - gestionnaire de voirie
 - autorité compétente en matière de police de la circulation, dans le cas où des mesures spécifiques de police de la circulation sont requises
 - autorité organisatrice des transports concernée, s'il s'agit d'un service de transport public.

Les informations relatives aux expérimentations autorisées font l'objet d'un enregistrement dans un registre national interne aux services de l'État et d'un suivi dans le respect du secret industriel et

commercial. La diffusion de ces informations est restreinte aux services de l'État qui sont parties prenantes au pilotage et à l'évaluation de l'expérimentation.

- **Suivi et bilan**

Le détenteur de l'autorisation présente aux ministres compétents un suivi semestriel, ou trimestriel dans le cas d'une expérimentation de véhicule destiné au transport public de personnes, de l'expérimentation autorisée dans le mois suivant chaque semestre échu, ainsi qu'un bilan final dans le mois suivant la fin de l'expérimentation comprenant *a minima* les éléments demandés.

Suivi semestriel :

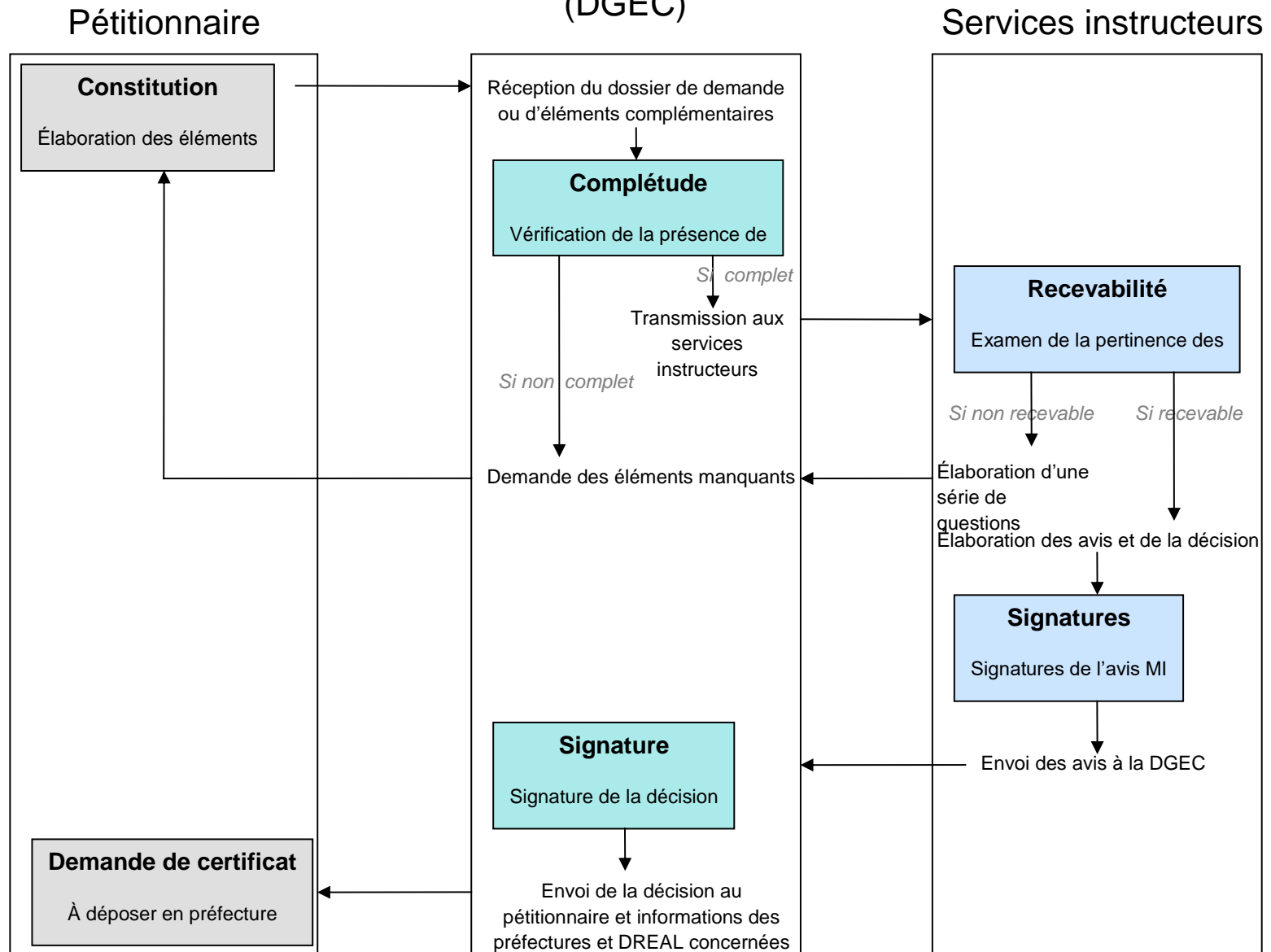
1. Nombre de kilomètres parcourus ;
2. Décomposition des kilomètres parcourus en mode conventionnel et en mode délégué dans différentes conditions de trafic et sur différents types de réseaux,
3. Liste des incidents affectant la sécurité routière.
4. Liste des incidents affectant la cybersécurité.
5. Liste récapitulative des accidents matériels et corporels
6. Présentation synthétique des enseignements tirés des incidents et accidents ;
7. Listes des incidents ou accidents ayant donné lieu à enquêtes approfondies d'accidents ou retours d'expérience (REX) ; conclusions de ces enquêtes ou REX.

Bilan annuel :

- Evaluation du comportement des conducteurs dans les différents modes (conventionnel, autonome) et dans les phases de transition, en distinguant les conditions de circulation, les différents réseaux empruntés, les conditions météorologiques et d'environnement du véhicule ;
- Evaluation des interactions entre les véhicules et les autres usagers de la route dans les différents modes (conventionnel, autonome) et dans les phases de transition, en distinguant les conditions de circulation, les différents réseaux empruntés, les conditions météorologiques et d'environnement du véhicule ;
- Impact sur les consommations énergétiques des véhicules concernés ;
- Impact sur l'organisation des services de transports (marchandises, voyageurs) concernés par l'expérimentation ;
- Evaluation des mesures de maîtrise des risques adoptées pour répondre aux scénarii critiques identifiés dans le dossier de demande d'autorisation ;
- Scénarii s'étant révélés critiques a posteriori, au vu des retours d'expériences (caractérisés par les conditions de circulation, conditions météorologiques, réseaux empruntés, caractéristiques de l'infrastructure et/ou de la signalisation, systèmes de délégation de conduite) ;
- Besoins de poursuivre l'expérimentation relevant de l'autorisation, le cas échéant ;
- Besoins identifiés de conduire d'autres expérimentations.

- **Procédure d'instructions (cf schéma ci-après)**

Direction générale énergie et climat (DGEC)



Annex 4.2: Genehmigung von Erprobungen von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen: Zusammenfassende Darstellung des französischen Rechtsrahmens gemäß Erlass vom 3. August 2016

Arbeitsdokument: NB: Die nachfolgende Darstellung beruht auf Textentwürfen, die am 21. Juli 2017 in die Abstimmung gegeben wurden. Diese Darstellung wird aufgrund der letztlich veröffentlichten Texte aktualisiert werden.

1. Allgemeine Bedingungen

Die Genehmigung ist Voraussetzung für das Inverkehrbringen eines Fahrzeuges mit automatisierten Fahrfunktionen zum Zwecke der Erprobung. Diese Erprobungen dienen einem oder mehreren der folgenden Szenarien:

- technische Erprobung und Feinabstimmung,
- Bewertung der Leistungsfähigkeit unter den Nutzungsbedingungen, für die ein Fahrzeug mit automatisierten Fahrfunktionen vorgesehen ist,
- öffentliche Vorführungen, insbesondere im Rahmen von Veranstaltungen.

Fahrzeuge, die unter den Rahmen der Erprobung von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen fallen, erhalten einem besonderen Fahrzeugschein „WW DPTC“.

Die Genehmigung kann an Bedingungen geknüpft werden, um die Sicherheit während der Erprobung zu gewährleisten.

Die Abschnitte, auf denen ein Fahrzeug mit aktivierten automatisierten Fahrfunktionen fahren darf, sowie die automatisierten Fahrfunktionen, die auf diesen Abschnitten aktiviert werden dürfen, werden in der Genehmigung benannt.

Die Genehmigung kann Fahrzeugen erteilt werden, die der Beförderung von Personen oder von Gütern dienen. Im Fall der Erprobung von Fahrzeugen, die für die öffentliche Beförderung von Personen oder Gütern vorgesehen sind, erfolgt die Beförderung auf der in der Genehmigung genannten Strecke. Erprobungen von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen, die für die Fahrgastbeförderung vorgesehen sind, sehen eine Versuchsphase ohne entsprechende Beförderung vor.

Fahrzeuge mit automatisierten Fahrfunktionen, die mit einer Genehmigung für die Erprobung betrieben werden, sind mit einem Gerät ausgestattet, das die Phasen, in den mit aktivierten automatisierten Fahrfunktionen gefahren wird, aufzeichnet.

Der Antragsteller bestätigt, dass seine finanzielle und technische Leistungsfähigkeit für die Durchführung einer Erprobung ausreichend ist.

Der Beginn sowie der Zeitraum, in dem die Erprobung durchgeführt werden darf, werden in der Genehmigung benannt. Die maximale Gültigkeit einer Genehmigung beträgt zwei Jahre und kann auf der Grundlage der Auswertung der Erprobungsergebnisse verlängert werden.

1. Inhalt des Genehmigungsantrags

Im Genehmigungsantrag werden die Bedingungen für die Durchführung der Erprobung beschrieben. Er enthält unter anderem:

- eine technische Beschreibung des Fahrzeugs bzw. der Fahrzeuge,

Aufstellung der in der technischen Beschreibung eines Fahrzeugs erbetenen Angaben

1. Fahrzeugmerkmale sowie Einhaltung der Bestimmungen gemäß der Artikel R. 312-1 bis R. 318-10 des *Code de la Route* (Straßenverkehrsgesetzbuch) (Maße und Gewichte, Beleuchtung, Sicherheit, Emissionen ...);
2. Fahrzeugbetrieb im konventionellen Modus, insbesondere - sofern vorhanden - Nachweise im Zusammenhang mit der Typgenehmigung,
3. Fahrzeugbetrieb mit aktivierter automatisierter Fahrfunktion/mit aktivierten automatisierten Fahrfunktionen,
4. Beschreibung der Systeme, mit denen eine Übertragung von Fahraufgaben angeboten und umgesetzt werden, Diese Beschreibung stellt insbesondere dar:
 - a. die Modalitäten der Warn- und Entscheidungsfunktionen für den Fahrer beim Übergang zwischen konventionellem und automatisierten Fahrzeugbetrieb,
 - b. ggf. die Überwachungsmechanismen und die übertragenen Aufgaben, entsprechend den Bestimmungen des Dekrets Nr. 2017-xx Artikel 11 Punkt III über die Erprobung von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen auf offener Straße,
5. Art der Informationen und deren Aufbewahrungsdauer im Ereignisdatenspeicher des Fahrzeugs,
6. Auflistung der bereits durchgeführten Tests und Erprobungen sowie der hieraus gewonnenen Erkenntnisse,
7. Auswertung der Risiken und Maßnahmen, die zur Wahrung der Sicherheit von Personen und Gütern vorzusehen sind,
8. Auswertung der Risiken und Maßnahmen, die zur Wahrung der Sicherheit der Informationssysteme vorzusehen sind,
9. ggf. Berichte über Sicherheitsaudits gemäß den nachfolgenden Punkten 7 und 8,
10. Alle weiteren Informationen, die nach Auffassung des Antragstellers zur Kenntnis gebracht werden sollten.

- Erprobungsantrag,

Aufstellung der Elemente, die im Erprobungsantrag enthalten sein sollen

1. Darstellung des Kontextes der Erprobung, insbesondere:
 - a. die Beteiligten sowie deren Aufgaben im Rahmen der Erprobung,
 - b. die Durchführung der Erprobung,
 - c. der allgemeine Rahmen der Erprobung,
2. Darstellung der Erprobung, insbesondere:
 - a. Daten des Beginns und des Endes der Erprobung, einschließlich ggf. des „Leerbetriebs“ in der Anlaufphase
 - b. Ort der Durchführung der Erprobung,
 - c. die Ziele der Erprobung,
 - d. der tägliche Erprobungszeitraum,
 - e. die zu verwendenden Erprobungsprotokolle,
 - f. ggf. die Art des erprobten Verkehrsdienstes (ÖPNV, öffentlicher Personenverkehr, Güterbeförderung),
 - g. die durchgeführten Sicherheitsprüfungen,
3. Darstellung der Modalitäten der Erprobung, insbesondere:
 - a. Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge,
 - b. Identifikationsnummern der eingesetzten Fahrzeuge,
 - c. das Zusammenwirken mit anderen Nutzern der Verkehrswege,
 - d. befahrene Strecken,
 - e. das Profil der Personen, die die Erprobung durchführen (Führerschein, besondere Qualifikationen, Ausbildungen),
 - f. ggf. entsprechend den Bestimmungen des Dekrets Nr. 2017-xx Artikel 11 Punkt III über die Erprobung von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen auf offener Straße, das Zusammenwirken und die Koordinierung zwischen den Überwachungssystemen und den übertragenen Fahrfunktionen und den bestehenden Systemen der Verkehrslenkung und Verkehrsüberwachung sowie die Kommunikationsprotokolle zwischen dem abgewandten Fahrer und den eventuell im Fahrzeug befindlichen Personen,
4. ein Teildossier bezüglich des Verkehrsweges, das insbesondere folgendes enthält:
 - a. Darstellung der genutzten Verkehrswege in einer Karte,
 - b. die Aufstellung der Abschnitte der genutzten Verkehrswege gemäß dem in Anhang 7 enthaltenen Muster,
 - c. Beschreibung der Abschnitte der Verkehrswege, insbesondere:
 - i. Karte der entsprechenden Abschnitte,
 - ii. die Ausrüstung und die erforderliche Beschilderung für die Erprobung, ggf. die Detailpläne zum Verständnis der Einbettung in das bestehende System (Querschnitte, Gestaltung von Kreuzungsbereichen, Beschilderung/Markierungen ...),
 - d. die auf den betreffenden Abschnitten geltenden verkehrspolizeilichen Vorschriften und Regelungen für das Abstellen von Fahrzeugen,
5. eine Bescheinigung der finanziellen und technischen Leistungsfähigkeit entsprechend dem in Anlage 10 enthaltenen Muster,
6. alle weiteren Informationen, die nach Auffassung des Antragstellers zur Kenntnis gebracht werden sollten.

- Folgende Stellungnahmen:
 - die Stellungnahme des Infrastrukturbetreibers,
 - die Stellungnahme der zuständigen Behörde der Verkehrspolizei, für den Fall, dass besondere verkehrspolizeiliche Maßnahmen erforderlich sind,
 - die Stellungnahme des für die Beförderung zuständigen Aufgabenträgers, sofern es sich um ÖPNV handelt.

Informationen über die genehmigten Erprobungen werden in einem verwaltungsinternen, nationalen Register gespeichert und unterliegen dem Schutz und der Wahrung des Geschäfts- und Betriebsgeheimnisses. Die Verbreitung dieser Informationen ist auf diejenigen staatlichen Stellen beschränkt, die mit der Steuerung und Auswertung der Erprobungen befasst sind.

1. Begleitung und Auswertung

Der Genehmigungsinhaber unterbreitet den zuständigen Ministerien halbjährlich, bzw. für den Fall, dass es sich um die Erprobung eines Fahrzeugs des ÖPNV handelt, vierteljährlich, jeweils im Monat, der auf den abgelaufenen Zeitraum folgt, einen Bericht sowie einen Abschlussbericht im Monat nach Beendigung der Erprobung. Diese Berichte enthalten *mindestens* die folgende Elemente:

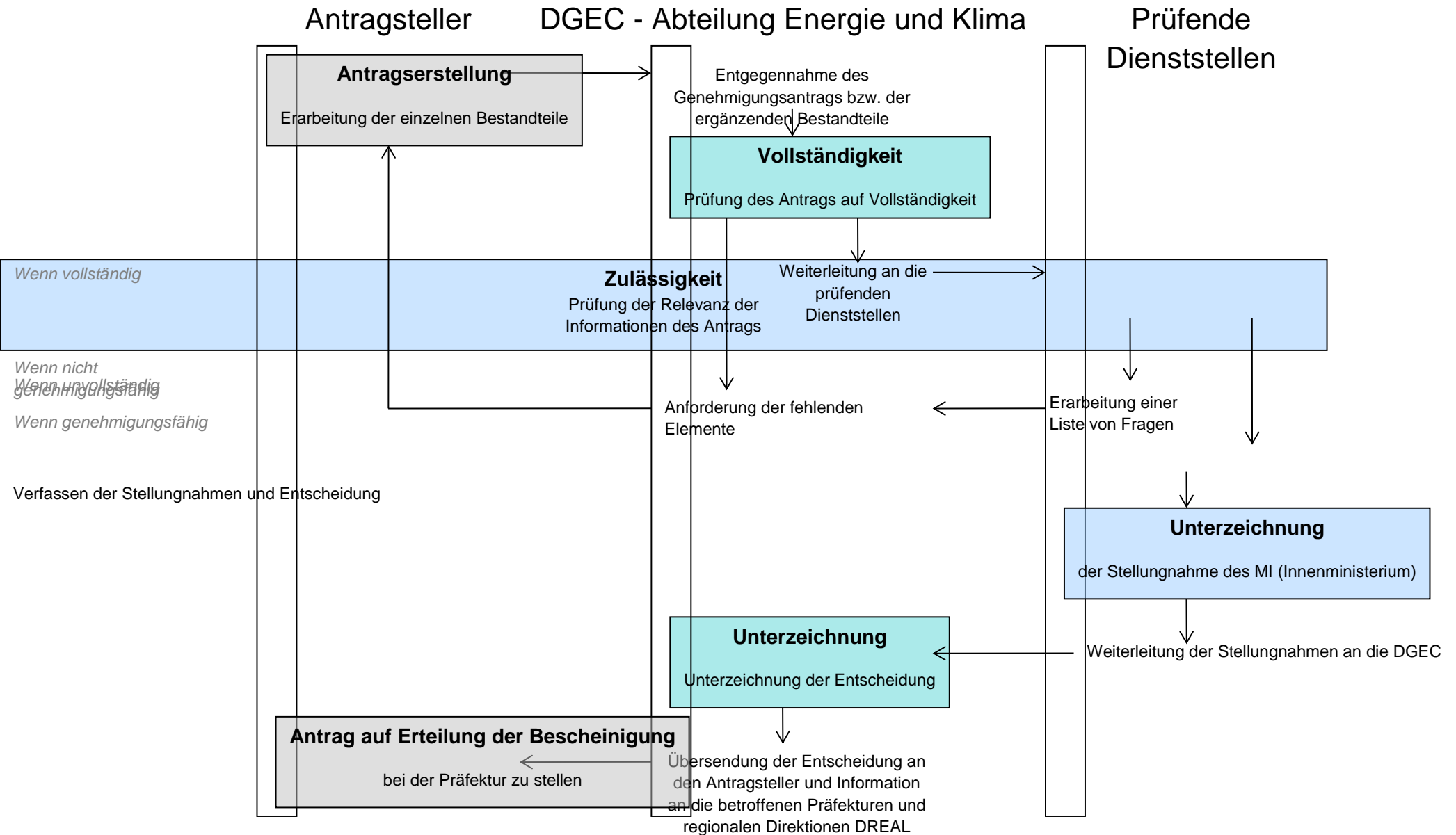
Halbjahresbericht:

1. Fahrleistung,
2. Aufschlüsselung der Fahrleistung nach Fahrten im konventionellen Betrieb und Fahrten mit aktivierten automatisierten Fahrfunktionen unter unterschiedlichen Verkehrsbedingungen und auf unterschiedlichen Netzen,
3. Aufstellung der Zwischenfälle mit Auswirkungen auf die Straßenverkehrssicherheit,
4. Aufstellung der Zwischenfälle mit Auswirkungen auf die Cybersicherheit,
5. Aufstellung der Unfälle mit Personenschaden sowie der Unfälle mit Sachschaden,
6. zusammenfassende Darstellung der aus den Zwischenfällen und Unfällen gezogenen Erkenntnisse,
7. Aufstellung der Zwischenfälle oder Unfälle, die Gegenstand einer umfassenden Unfalluntersuchung oder von Rückmeldungen waren, Schlussfolgerungen aus diesen Untersuchungen und Rückmeldungen.

Jahresbericht:

1. Bewertung des Verhaltens der Fahrer in den jeweiligen Betriebsarten (konventionell, autonom) sowie in den Übergangsphasen, unter Berücksichtigung der Verkehrsbedingungen, der jeweils befahrenen Netze, der Wetterbedingungen und des Umfelds des Fahrzeugs,
1. Bewertung der Interaktion zwischen den Fahrzeugen und den anderen Straßenverkehrsteilnehmern in den jeweiligen Betriebsarten (konventionell, autonom) sowie in den Übergangsphasen, unter Berücksichtigung der Verkehrsbedingungen, der jeweils befahrenen Netze, der Wetter- und Umgebungsbedingungen des Fahrzeugs,
2. Auswirkungen auf den Energieverbrauch der jeweiligen Fahrzeuge,
3. Auswirkungen auf die Organisationsstruktur der von der Erprobung betroffenen Beförderungsdienstleistungen (Waren, Reisende),
4. Bewertung der Maßnahmen des Risikomanagements, die ergriffen wurden, um kritischen Szenarien, die im Rahmen der Antragstellung festgestellt wurden, zu begegnen,
5. Szenarien, die sich erst später im Lichte der Rückmeldungen als kritisch erwiesen haben (Beschreibung der Verkehrslage, der Wetterbedingungen, der befahrenen Netze, Eigenschaften der Infrastruktur und/oder Beschilderung, Systeme des automatisierten Fahrens),
6. ggf. Bedarf der Verlängerung der genehmigten Erprobung,
7. festgestellter Bedarf weiterer Erprobungen.

1. Genehmigungsverfahren (vgl. Schema)



Annex 4.3: Informationen zur Genehmigung von Erprobungen von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen auf dem Abschnitt Saarland/Deutschland

Stand: Oktober 2017

1. Gegenstand des Dokuments

Im Rahmen der im September 2016 gestarteten „Deutsch-Französischen Initiative Elektromobilität und Digitalität“ haben Deutschland und Frankreich die Einrichtung eines grenzüberschreitenden „Digitalen Testfeldes Deutschland-Frankreich“ für das automatisierte und vernetzte Fahren vereinbart. Grundlage für die Einrichtung und die Zusammenarbeit auf dem Testfeld ist die am 8. Februar 2017 unterzeichnete gemeinsame Absichtserklärung. Am 15. September 2017 wurde das Testfeld um Luxemburg erweitert und eine entsprechende Absichtserklärung zur Gestaltung des Testfeldes und zur Zusammenarbeit von den Verkehrsministern der drei Länder unterzeichnet.

Für die Durchführung von Vorhaben auf dem Testfeld sind in den Partnerländern Frankreich, Luxemburg und Deutschland jeweils bestimmte landesspezifische Vorschriften zu beachten. Das vorliegende Dokument soll insbesondere einen Überblick über die auf dem Streckenabschnitt im Saarland/Deutschland geltenden Genehmigungsvorschriften für die Durchführung von Erprobungsfahrten bieten und als Informationsunterlage für interessierte Unternehmen aus der Automobil- und Zuliefererindustrie sowie aus der IKT-Branche und Forschungseinrichtungen zum Vorgehen bei der Beantragung von Genehmigungen dienen.

2. Genehmigungsvorschriften für Erprobungsfahrten von automatisierten Fahrzeugen in Deutschland

Grundlegende Regelungen zu Erprobungsfahrten finden sich in den straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften, insbesondere in der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO). Die Umsetzung dieser Vorschriften ist Angelegenheit der zuständigen Behörden in den Ländern (siehe Abschnitt 3). Im Rahmen der bundesweit geltenden straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften kann die Umsetzung, insbesondere von Ausnahmen, in den Ländern variieren. In der Praxis werden in Deutschland im öffentlichen Verkehrsraum Erprobungsfahrten mit Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen nur mit ständig eingriffsbereiten Fahrern durchgeführt. Das geltende Recht setzt einen Fahrzeugführer voraus. Die entsprechenden Fahrzeugsysteme müssen entweder übersteuerbar oder abschaltbar ausgestaltet sein. Für die Genehmigung von Erprobungsfahrten im öffentlichen Verkehrsraum sind insbesondere die §§ 19 Abs. 6, 21 und 70 StVZO einschlägig:

Zulassung eines typgenehmigten Fahrzeugs als Erprobungsfahrzeug nach § 19 Abs. 6 StVZO

Bei der Erprobung von Fahrzeugen erlischt die Betriebserlaubnis, die ansonsten bei Veränderungen am Fahrzeug gemäß § 19 Abs. 2 StVZO erlöschen würde, nicht, solange das Fahrzeug ausschließlich zur Erprobung verwendet wird. Es ist somit für das Erprobungsfahrzeug keine neue Betriebserlaubnis erforderlich. Voraussetzung ist, dass der Fahrzeughersteller Inhaber einer Betriebserlaubnis für Typen ist und dass die zuständige Zulassungsbehörde in der Zulassungsbescheinigung Teil I (Fahrzeugschein) bestätigt hat, dass ihr das Fahrzeug als Erprobungsfahrzeug gemeldet worden ist. Bei Abweichungen von geltenden materiellen Bau- und Betriebsvorschriften des Erprobungsfahrzeugs ist allerdings eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 70 StVZO einzuholen (s. u.).

Zulassung als Erprobungsfahrzeug durch Einzelgenehmigung

Denkbar ist auch, dass ein Fahrzeug, das keine EU-Typgenehmigung hat, von vornherein als Erprobungsfahrzeug durch Einzelgenehmigung gemäß § 13 der Verordnung über die EG-Genehmigung für Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger sowie für Systeme, Bauteile und selbstständige technische Einheiten für diese Fahrzeuge (Fahrzeuggenehmigungsverordnung) (EG-FGV) oder § 21 StVZO zugelassen wird. In der Regel verlangen die zuständigen Behörden der Länder das Gutachten eines amtlich anerkannten Sachverständigen (TÜV oder DEKRA), der einen vorgegebenen sog. Genehmigungsbogen bei der Prüfung abarbeitet. Mit Vorlage dieses Gutachtens lässt die Zulassungsbehörde das Fahrzeug als Erprobungsfahrzeug zu.

Erteilung einer Ausnahmegenehmigung nach § 70 StVZO

Trotz Betriebserlaubnis oder EU-Typgenehmigung ist zu beachten, dass eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 70 StVZO erforderlich ist, wenn solche Veränderungen am Erprobungsfahrzeug vorgenommen werden sollen, die mit den geltenden materiellen Bau- und Betriebsvorschriften nicht vereinbar sind. Ausnahmegenehmigungen nach § 70 StVZO sind zudem von Bedeutung für Interessierte, die nicht Inhaber einer Betriebserlaubnis für Typen sind. Das ist zum Beispiel bei Teileherstellern der Fall. Für die Erteilung von Ausnahmegenehmigungen sind gemäß der StVZO in Verbindung mit den entsprechenden landesrechtlichen Zuständigkeitsregelungen die Länderbehörden zuständig. Bei derartigen Ausnahmegenehmigungen steht den zuständigen Behörden in den Ländern frei, diese gemäß § 71 StVZO mit Auflagen zu versehen.

Während § 70 StVZO Ausnahmen von Vorschriften der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (Zulassungsrecht - Technik) regelt, können Ausnahmen von allen Vorschriften der Straßenverkehrsordnung (Verhaltensrecht) - unter der Prämisse eines stets überwachenden Fahrzeugführers - gemäß § 46 Abs. 2 Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) die zuständigen obersten Landesbehörden oder die nach Landesrecht bestimmten Stellen genehmigen. Gemäß § 46 Abs. 2 Satz 3 StVO ist das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur dann zuständig, wenn

sich die Auswirkungen der Ausnahme über ein Land hinaus erstrecken und eine einheitliche Entscheidung notwendig ist.

3. Rechtliche Regelungen/Verfahren im Saarland

Die landesspezifischen Zuständigkeitsregeln im Saarland hinsichtlich der Zulassung von Erprobungsfahrzeugen und der damit in Verbindungen stehenden Sonderfälle finden im Rahmen der in Kapitel 2 dargestellten bundesrechtlichen Vorschriften und Verfahrensweisen Anwendung.

Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland ist als Oberste Straßenverkehrsbehörde die zentrale Anlaufstelle im Saarland für alle Fragen im Zusammenhang mit der Zulassung von Erprobungsfahrten auf den Streckenabschnitten des „Digitalen Testfeldes Deutschland-Frankreich-Luxemburg“ im Saarland. In Abstimmung mit dem Landesbetrieb für Straßenbau regelt die Oberste Straßenverkehrsbehörde das Beantragungsverfahren für die Zulassung von Erprobungsfahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen und die Genehmigung von Erprobungsfahrten entsprechender Fahrzeuge. Dies erleichtert den Antragstellern den Zugang zu den für die Prüfung und Genehmigung verantwortlichen Stellen und stellt zudem sicher, dass die Verfahren nach einem einheitlichen und gleichmäßigen Verfahrensverlauf bearbeitet werden. Es wird zudem gewährleistet, dass alle im Zusammenhang mit dem Erprobungsprojekt anfallenden Erkenntnisse und Problemstellungen erkannt, erfasst und sachgemäß behandelt werden können. Die Oberste Straßenverkehrsbehörde entscheidet über grundsätzliche Fragestellungen hinsichtlich der weiteren Vorgehensweise und der Festlegung der Verfahrenswege im Zusammenhang mit den erforderlichen Zulassungs-/Genehmigungsverfahren. Sie stellt unter anderem fest, welche Zulassungsstelle/Genehmigungsbehörde in den einzelnen Fällen von Antragstellungen zuständig ist. Den für die Zulassungs- bzw. Genehmigungsverfahren verantwortlichen Behörden innerhalb des Saarlandes sowie eventuellen Antragstellern steht der Landesbetrieb für Straßenbau als zentrale technische Prüfungs- und Koordinierungsstelle hinsichtlich der Umsetzung der in den konkreten Antragsfällen zu beschreitenden Verfahrenswege beratend zur Verfügung.

Für die Erstkontaktaufnahme mit der Obersten Straßenverkehrsbehörde im Saarland sind die folgenden Ansprechstellen verfügbar:

Sabine Keinath

Kommunikations- und Koordinierungsstelle zum vernetzten Fahren (KKvF-SL)

Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland

E-Mail: smartmobility@wirtschaft.saarland.de

Telefon: +49 681-501-3405

Bettina Bastian

Oberste Straßenverkehrsbehörde

Referat D/3 im Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland

E-Mail: referat.d3@wirtschaft.saarland.de

Telefon: +49 681-501-4156

Telefax: +49 681-501-3509

Hans-Peter Schäfer

Oberste Straßenverkehrsbehörde

Referat D/3 im Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland

E-Mail: referat.d3@wirtschaft.saarland.de

Telefon: +49 681-501-3415

Telefax: +49 681-501-3509

Annex 4.3 : Site expérimental numérique France-Allemagne-Luxembourg

Informations concernant l'autorisation d'expérimentations de véhicules équipés de fonctions de conduite déléguée sur la section située en Sarre/Allemagne

Situation: Octobre 2017

1. Objet du document

Avec le lancement de l' »Initiative franco-allemande sur la mobilité électrique et numérique « en septembre 2016, la France et l'Allemagne ont convenu de mettre en place un « Site expérimental numérique France-Allemagne » pour la conduite automatisée et connectée. La déclaration d'intention commune signée le 8 février 2017 constitue la base de la mise en place et de la coopération dans le cadre de ce site expérimental. Le 15 septembre 2017, le Luxembourg s'est joint au projet du site expérimental, et une déclaration d'intention portant sur sa conception et la coopération a été signée par les ministres des transports des trois pays.

Les expérimentations sur le site expérimental doivent être réalisées en respectant les réglementations nationales spécifiques des pays partenaires que sont la France, l'Allemagne et le Luxembourg. Le présent document vise à donner un aperçu des règles applicables à l'autorisation des expérimentations sur la section située en Sarre/Allemagne, et à informer les entreprises intéressées du secteur automobile et ses fournisseurs, du secteur des technologies de l'information et de la communication ainsi que les institutions de recherche sur les démarches à suivre pour obtenir les autorisations nécessaires.

2. Règles régissant l'octroi d'autorisations pour l'expérimentation de véhicules automatisés en Allemagne

Les règles applicables à la circulation routière, et notamment le Règlement allemand relatif à l'admission des véhicules à la circulation routière (StVZO), contiennent des réglementations fondamentales pour la réalisation d'expérimentations de véhicules. L'application de ces règles est confiée aux autorités compétentes en la matière dans les Länder fédéraux (voir section 3). Dans le cadre des règles de la circulation routière qui s'appliquent au niveau fédéral, la mise en œuvre susmentionnée, notamment pour ce qui concerne les dérogations, peut varier d'un Land à l'autre. Dans la pratique, les expérimentations de véhicules équipés de fonctions de conduite déléguée sur la voie publique en Allemagne ne seront effectuées qu'avec des conducteurs à bord qui seraient en mesure d'intervenir à tout moment. Le droit en vigueur exige explicitement la présence d'un conducteur à bord du véhicule. Les systèmes du véhicule doivent être conçus de manière à pouvoir être neutralisés

ou désactivés par le conducteur. En ce qui concerne l'autorisation d'expérimentations de véhicules sur la voie publique, les §§ 19, premier alinéa, 21 et 70 du StVZO s'appliquent :

Admission à la circulation d'un véhicule disposant d'une réception par type en tant que véhicule d'expérimentation conformément au § 19, sixième alinéa du StVZO

Lors de l'expérimentation de véhicules, leur réception n'expire pas tant que le véhicule est utilisé uniquement à ces fins, tandis que cette réception expirerait en cas de modifications apportées au véhicule conformément au § 19, deuxième alinéa du StVZO. Par conséquent, aucune nouvelle procédure de réception n'est requise pour le véhicule d'expérimentation. Pour en bénéficier, le constructeur automobile doit être en possession d'une réception par type. En outre, l'autorité compétente doit avoir confirmé dans le Certificat d'immatriculation Partie I (carte grise) que le véhicule lui a été signalé comme véhicule d'expérimentation. Au cas où le véhicule d'expérimentation déroge aux prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur, il sera pourtant nécessaire de demander la délivrance d'une autorisation appropriée conformément au § 70 StVZO (voir ci-dessous).

Admission à la circulation en tant que véhicule d'expérimentation par autorisation individuelle

Il est également concevable qu'un véhicule sans réception UE par type soit directement admis à la circulation en tant que véhicule d'expérimentation grâce à une autorisation individuelle délivrée conformément au § 13 du Règlement relatif à la réception CE des véhicules à moteur et de leurs remorques, ainsi que des systèmes, composants et entités techniques de ces véhicules (règlement sur la réception des véhicules à moteur) ou au § 21 du StVZO. En règle générale, les autorités compétentes des Länder fédéraux demandent le dossier d'expertise d'un expert agréé (TÜV ou DEKRA) qui, pendant l'examen, s'appuie sur une fiche dite d'homologation. Sur présentation de ce dossier d'expertise, l'autorité d'homologation admet le véhicule en tant que véhicule d'expérimentation à la circulation.

Délivrance d'une dérogation conformément au § 70 du StVZO

Malgré la présence d'une autorisation de mise en circulation ou d'une réception UE par type, il faut tenir compte du fait qu'une dérogation conformément au § 70 StVZO est exigée, lorsqu'il est prévu d'apporter des modifications au véhicule d'expérimentation qui ne sont pas compatibles avec les prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur. Les dérogations prévues au § 70 StVZO seront également d'un grand intérêt pour tous ceux qui ne sont pas en possession d'une réception par type. C'est le cas par exemple des équipementiers. Conformément au Règlement allemand relatif à l'admission des véhicules à la circulation routière en liaison avec les règles de compétence prévues par les Länder fédéraux, les autorités de ces derniers sont compétentes pour la délivrance des dérogations. Aux termes du § 71 StVZO, les autorités compétentes des Länder sont libres d'imposer des conditions à de telles dérogations.

Tandis que les dérogations aux prescriptions du Règlement allemand relatif à l'admission des véhicules à la circulation routière sont réglées au § 70 StVZO (droit d'admission - technique), les autorités suprêmes des Länder compétentes en la matière ou les organismes désignés au titre de la législation du Land peuvent autoriser des dérogations à toutes les prescriptions du Règlement allemand de la circulation routière (législation et réglementation applicables au comportement des usagers de la route) conformément au § 46, deuxième alinéa dudit Règlement (StVO), à condition qu'un conducteur surveillant en permanence soit à bord du véhicule. Conformément au § 46, deuxième alinéa, troisième phrase, le Ministère fédéral des Transports et des Infrastructures numériques est compétent en la matière, lorsque les répercussions de la dérogation dépassent les frontières d'un pays et qu'une décision unique s'avère nécessaire.

3. Cadre réglementaire/ Procédures en Sarre

Les règles de compétence en Sarre en ce qui concerne l'admission à la circulation de véhicules d'expérimentation et les éventuels cas particuliers s'appliquent dans le cadre de la réglementation et des procédures prévues au niveau fédéral qui sont présentées au chapitre 2.

Dans sa fonction d'Autorité suprême de la circulation routière, le Ministère de l'Économie, du Travail, de l'Énergie et des Transports de la Sarre est l'interlocuteur central pour toutes les questions relatives à l'autorisation d'expérimentations sur les sections du « Site expérimental France-Allemagne-Luxembourg » situées en Sarre. Après consultation avec l'établissement public de la construction routière, l'Autorité suprême de la circulation routière règle la procédure de demande pour l'admission à la circulation de véhicules d'expérimentation équipés de fonctions de conduite déléguée, ainsi que l'autorisation de telles expérimentations. Une telle démarche contribuera à faciliter aux demandeurs l'accès aux organismes chargés des examens et de la délivrance d'autorisations tout en garantissant un déroulement uniforme et homogène des procédures. Elle garantit également que tous les enseignements et problèmes en liaison avec le projet d'expérimentation seront identifiés, enregistrés et traités de manière appropriée. L'Autorité suprême de la circulation routière décide des questions fondamentales en relation avec la démarche ultérieure et la détermination des mécanismes liés aux procédures de réception/ d'autorisation nécessaires. Elle détermine en outre qui est le service d'immatriculation compétent/ l'autorité délivrante compétente pour chaque demande. L'établissement public de la construction routière (Landesbetrieb für Straßenbau) se tient à la disposition pour conseiller les autorités responsables des procédures de réception et d'autorisation en Sarre ainsi que les demandeurs potentiels, dans sa fonction d'organisme technique central d'examen et de coordination chargé pour ce qui est de la mise en œuvre des procédés dans les cas concrets de demandes.

Pour un premier contact avec l'Autorité suprême de la circulation routière en Sarre les interlocuteurs suivants se tiennent à disposition :

Sabine Keinath

Kommunikations- und Koordinierungsstelle zum vernetzten Fahren (KKvF-SL) (Bureau de communication et de coordination pour la conduite connectée)

Ministère de l'Économie, du Travail, de l'Énergie et des Transports de la Sarre

Email : smartmobility@wirtschaft.saarland.de

N° de téléphone : +49 681-501-3405

Bettina Bastian

Oberste Straßenverkehrsbehörde (Autorité suprême de la circulation routière)

Division D/3 au Ministère de l'Economie, du Travail, de l'Énergie et des Transports de la Sarre

Email : referat.d3@wirtschaft.saarland.de

N° de téléphone : +49 681-501-4156

Télécopie : +49 681-501-3509

Hans-Peter Schäfer

Oberste Straßenverkehrsbehörde (Autorité suprême de la circulation routière)

Division D/3 au Ministère de l'Economie, du Travail, de l'Énergie et des Transports de la Sarre

Email : referat.d3@wirtschaft.saarland.de

N° de téléphone : +49 681-501-3415

Télécopie : +49 681-501-3509

Annex 4.4 : Procédure d'autorisation d'essais scientifiques de véhicules à fonctions autonomes sur le tronçon luxembourgeois

1. Introduction

Dans le cadre de l'initiative franco-allemande sur la mobilité électrique et numérique lancée au mois de septembre 2016, l'Allemagne et la France ont convenu la création d'un site expérimental Allemagne-France pour la conduite automatisée et connectée. Après des discussions trilatérales, le Grand-Duché du Luxembourg a décidé se rallier à la déclaration d'intention signée entre l'Allemagne et la France en date du 8 février 2017, ce qui a été acté par une déclaration d'intention commune signée en date du 14 septembre 2017.

Due à l'évolution rapide en matière de conduite automatisée et connectée, chaque pays a élaboré ses propres dispositions légales afin de permettre aux constructeurs de réaliser des essais sous conditions réelles. Compte tenu des procédures nationales distinctes, il n'existe à l'heure actuelle pas de dispositions légales uniformes concernant les procédures d'autorisation en matière d'essais de véhicules à conduite automatisée et connectée, équipés de nouvelles technologies.

Le présent document aura dès lors comme sujet principal l'application des dispositions légales spécifiques relatives aux procédures d'autorisation pour la réalisation d'essais scientifiques au Luxembourg, en gardant à l'esprit que l'objectif de base du site expérimental est l'élaboration d'une procédure d'autorisation uniforme, respectivement d'une procédure de reconnaissance mutuelle des pays partenaires. Cette façon de procéder permettra aux industries de l'automobile et de communication, aux entreprises informatiques, aux instituts de recherche ainsi qu'aux fournisseurs d'obtenir de manière facile une autorisation dans un pays partenaire qui est vaut pour tout le site expérimental.

2. Procédure d'autorisation pour des essais scientifiques de véhicules automatisés au Grand-Duché de Luxembourg (base légale)

Le Code de la route luxembourgeois contient les dispositions légales essentielles concernant les essais scientifiques de véhicules équipés de nouvelles technologies et surtout de véhicules autonomes ou partiellement autonomes. A ce sujet, il y a surtout lieu de considérer la loi du 14 février 1955 concernant la réglementation de la circulation sur toutes les voies publiques¹, l'arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques² ainsi que le règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation de véhicules routiers³.

2.1. Dispositions générales

Conformément aux dispositions légales nationales en vigueur, il y a lieu de retenir que lors de chaque essai scientifique un conducteur doit être présent à bord du véhicule. Celui-ci doit à tout moment être

¹ <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/1955/02/14/n3/jo>

² <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/agd/1955/11/23/n1/jo>

³ <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2016/01/26/n2/jo>

en mesure d'intervenir, de reprendre le contrôle ou bien de désactivant les fonctions autonomes du véhicule. C'est donc une condition essentielle pour des essais scientifiques de véhicules.

2.2.Dispositions particulières d'approbation technique

- L'admission à la circulation de véhicules bénéficiant d'une homologation par type, ayant subi des adaptations requises à des fins d'essais scientifiques ne modifiant pas la structure du véhicule et respectant les prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur, ne perdent pas leur autorisation d'exploitation (art. 49, point F de l'arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques). Il faut par contre au préalable présenter le véhicule obligatoirement à la SNCA (Société Nationale de Circulation Automobile) qui soumet celui-ci à une inspection visuelle pour s'assurer qu'il n'y a pas eu de modifications qui contreviendraient aux prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur. Suite à cette inspection visuelle l'agent de contrôle inscrit une mention dans la colonne « Remarques » du certificat d'immatriculation, qui servira de preuve aux administrations comme quoi il s'agit d'un véhicule d'expérimentation. En outre et conformément aux dispositions de l'article 49 le véhicule doit porter l'inscription « Essai scientifique » à l'avant et à l'arrière, de manière visible et lisible. La demande est à adresser au Ministère du Développement durable et des Infrastructures (MDDI). L'autorisation est délivrée sur décision ministérielle.
- L'admission à la circulation de véhicules ne bénéficiant pas d'une homologation européenne par type peut être accordée par la SNCA sur base de l'article 3 du règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers, à condition que le véhicule ne pose pas de danger ni aux occupants ni aux autres usagers de transport et qu'il soit conforme aux dispositions techniques et environnementales en vigueur. Conformément à l'article 49, point F de l'arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques, il y a lieu de solliciter une autorisation spéciale en supplément de l'autorisation individuelle.
- Les véhicules bénéficiant d'une homologation européenne par type, ayant subi des modifications aux prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur, peuvent être admis à la circulation par la SNCA de la même manière que les véhicules ne bénéficiant pas d'une homologation européenne par type, sur base de l'article 3 du règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers. Conformément aux dispositions de l'article 5, paragraphe 1^{er} du règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers, la SNCA peut exiger du requérant des expertises pour des véhicules ne bénéficiant pas d'une homologation européenne par type, ayant subi des modifications aux prescriptions de construction et d'exploitation en vigueur. De telles expertises peuvent être délivrées par une autorité d'homologation, un constructeur et / ou un service technique. Si ces documents sont délivrés par un service technique, la SNCA peut avoir recours aux services agréés pour l'homologation européenne par type par le Ministère du Développement durable et des infrastructures (ATEEL, LUXCONTROL, TÜV-RHEINLAND). Comme dans les deux cas ci-dessus mentionné, il y a lieu de solliciter une autorisation spéciale en supplément de l'autorisation individuelle (art. 49, point F de l'arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques).
- Une autre option concernant l'admission de véhicules à des essais scientifiques est l'utilisation d'une plaque minéralogique rouge, conformément à l'article 34, paragraphe 1^{er} du règlement

grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers, moyennant laquelle le véhicule peut être utilisé pendant une période de 15 jours, conformément aux dispositions de l'article 40, paragraphe 1 du règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers. Le véhicule doit par contre être conforme aux dispositions réglementant l'homologation européenne ainsi qu'à l'autorisation spéciale. Pour pouvoir utiliser le véhicule à l'étranger, il faut respecter les dispositions de l'article 40, paragraphe 2 ainsi que de l'article 41 qui stipule que le véhicule doit avoir un carnet de route qui contient les coordonnées exactes des itinéraires réalisés, du propriétaire, de la durée de validité de l'autorisation, de la plaque minéralogique ainsi que de la catégorie et de la marque du véhicule.

- Pour chaque procédure d'autorisation concernant des essais scientifiques sur le réseau autoroutier, il y a lieu de solliciter une autorisation supplémentaire auprès du Ministère du Développement durable et des infrastructures, conformément aux dispositions de l'article 156, paragraphe 1^{er}. L'autorisation est délivrée sur décision ministérielle.

2.3. Dispositions particulières relatives à l'utilisation des véhicules

A l'heure actuelle la législation impose au conducteur de respecter certaines obligations qui peuvent restreindre le champ d'action d'essais scientifiques de véhicules autonomes, comme par exemple les dispositions de l'article 160, paragraphe 1^{er}, point a. qui stipule que le conducteur ne doit jamais lever simultanément les deux mains du volant en conduisant.

Le Ministère du Développement durable et des infrastructures est en train d'élaborer un projet de règlement grand-ducal qui abrogera cette contrainte pour les essais scientifiques.

Annex 4.4: Genehmigungsprozedur von Fahrzeugen mit automatisierten Fahrfunktionen zu Erprobungszwecken auf dem Abschnitt Luxemburg

1. Grundlagen:

Im Rahmen der im September 2016 gestarteten „Deutsch-Französischen Initiative Elektromobilität und Digitalität“ haben Deutschland und Frankreich die Einrichtung eines grenzüberschreitenden „Digitalen Testfeldes Deutschland-Frankreich“ für das automatisierte und vernetzte Fahren vereinbart. Nach vorangegangenen trilateralen Gesprächen schloss sich Luxemburg der am 8. Februar 2017 unterzeichneten Absichtserklärung zwischen Deutschland und Frankreich an, was durch eine gemeinsame Absichtserklärung am 14. September 2017 besiegelt wurde.

Bedingt durch die schnelle Entwicklung im Bereich des automatisierten, sowie des vernetzten Fahrens, wurden länderspezifische Vorschriften ausgearbeitet, welche es den Herstellern ermöglichen sollen, Tests unter realen Bedingungen durchzuführen. Durch dieses länderspezifische Vorgehen bestehen derzeit keine einheitlichen Bestimmungen bezüglich der Genehmigungsvorschriften hinsichtlich Testfahrten von autonomen und vernetzten Fahrzeugen welche mit neuen Technologien ausgestattet sind.

Demzufolge soll in diesem Dokument auf die spezifischen Bestimmungen hinsichtlich der Genehmigungsvorschriften für die Durchführung von Erprobungsfahrten in Luxemburg eingegangen werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass das zugrundeliegende Ziel im Rahmen des grenzüberschreitenden Testfelds ein einheitliches Genehmigungsverfahren darstellen sollte, beziehungsweise ein Verfahren zum gegenseitigen Anerkennen der Genehmigungsvorschriften der Partnerländer. Der Automobilbranche, den Kommunikations- und Informationsunternehmen, den Forschungseinrichtungen, sowie der Zulieferindustrie soll dadurch die Möglichkeit eingeräumt werden auf einfache Weise eine Genehmigung in einem der Partnerländer zu beantragen, welche dann für das gesamte Testfeld zulässig ist.

2. Genehmigungsvorschriften für Erprobungsfahrten von automatisierten Fahrzeugen in Luxemburg

Die grundlegenden reglementarischen Voraussetzungen zur Erprobung von Fahrzeugen mit neuen Technologien, wie dies insbesondere für selbstfahrende beziehungsweise teils selbstfahrende Fahrzeuge der Fall ist, sind nach den in Luxemburg geltenden Rechtsvorschriften in dem in der Umgangssprache bekannten „Code de la route“ hinterlegt, wobei vor allem das großherzogliche Gesetz vom 14. Februar 1955 „Loi du 14 février 1955 concernant la réglementation de la circulation sur toutes les voies

publiques⁴“ sowie die beiden großherzoglichen Vorschriften „Arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques⁵“ und „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers⁶“ zu berücksichtigen sind.

2.1. Allgemeine Bestimmungen:

Nach national geltendem Recht ist übergeordnet festzuhalten, dass sämtliche Erprobungsfahrten stets einen eingriffsbereiten Fahrer voraussetzen, der das Fahrzeug zu jedem Zeitpunkt mittels gezieltem Eingreifen übersteuern oder die Funktionen des Fahrzeuges, welche es dem Fahrzeug ermöglichen autonomes Verhalten an den Tag zu legen, auszuschalten. Ein Fahrzeugführer ist somit stets eine Voraussetzung für das Erproben von Fahrzeugen.

2.2. Spezifische Bestimmungen bezüglich der technischen Abnahme:

- Die Zulassung eines typgenehmigten Fahrzeuges mit zur Erprobung erforderlichen technischen Anpassungen, welche nicht die Fahrzeugstruktur und somit geltende materielle Bau- und Betriebsvorschriften verändern, verlieren gemäß Artikel 49 Punkt F) des „Arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques“ ihre Betriebserlaubnis nicht. Voraussetzung ist jedoch, dass das Fahrzeug bei der Zulassungsbehörde SNCA (Société Nationale de Circulation Automobile) vorgeführt wird, welche eine Sichtprüfung durchführt, um sicherzustellen, dass tatsächlich keine geltenden materiellen Bau- und Betriebsvorschriften verändert wurden. Im Anschluss an die Prüfung wird ein Eintrag in das Feld „Remarques“ des Fahrzeugscheins vorgenommen, womit den Behörden ersichtlich werden soll, dass es sich um ein Fahrzeug zu Erprobungszwecken handelt.
Des Weiteren muss gemäß Artikel 49 das Fahrzeug an der Front sowie am Heck mit einem Schriftzug „Essai scientifique“ gekennzeichnet sein. Die Genehmigung gemäß Artikel 49 ist beim Ministerium für Nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur einzureichen. Auf Entscheid vom Minister wird die Genehmigung erteilt.
- Die Zulassung von Fahrzeugen, welche nicht über eine EU-Typengenehmigung verfügen, kann auf Grundlage des Artikel 3 des „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ durch die SNCA erfolgen, wobei zu berücksichtigen ist, dass das Fahrzeug keine Gefahr für die Insassen oder für andere Verkehrsteilnehmer darstellen darf und konform zu geltenden technischen sowie umwelttechnischen Bestimmungen sein muss. Zusätzlich zu der Einzelgenehmigung muss die Ausnahmegenehmigung gemäß Artikel 49 Punkt F) des „Arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques“ beantragt werden.

⁴ <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/1955/02/14/n3/jo>

⁵ <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/agd/1955/11/23/n1/jo>

⁶ <http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/rgd/2016/01/26/n2/jo>

- Die Zulassung von Fahrzeugen, welche über eine EU-Typgenehmigung verfügen, an welchen jedoch geltende materielle Bau- und Betriebsvorschriften verändert wurden, können wie Fahrzeuge, welche nicht über eine EU-Typgenehmigung verfügen auf Grundlage des Artikel 3 des „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ durch die SNCA abgenommen werden. Für nicht EU-Typgenehmigte Fahrzeuge sowie Fahrzeuge welche materielle bau- und betriebsvorschriftliche Veränderungen erfahren haben, kann die SNCA gemäß Artikel 5 § 1 des „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ Gutachten vom Antragsteller verlangen.

Solche Gutachten können von einer Typgenehmigungsbehörde, von einem Hersteller oder einem technischen Dienst ausgestellt werden. Werden die Dokumente von einem technischen Dienst ausgestellt, so kann sich die SNCA auf die gleichen technischen Dienste stützen, welche ebenfalls für die europäische Typgenehmigung in Luxemburg vom Ministerium eine Zulassung erhalten haben (ATEEL, Luxcontrol und TÜV-Rheinland).

Wie in den beiden zuvor erläuterten Verfahren bedarf es ebenfalls einer zusätzlichen Genehmigung gemäß Artikel 49 Punkt F) des „Arrêté grand-ducal du 23 novembre 1955 portant règlement de la circulation sur toutes les voies publiques“.

- Eine weitere Option in Bezug auf die Zulassung von Fahrzeugen zu Erprobungszwecken, besteht in der Möglichkeit rote Fahrzeugkennzeichen, gemäß Artikel 34 § 1 des „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ zu beantragen, womit das Fahrzeug für 15 Tage unter Berücksichtigung der Bestimmungen von Artikel 40 § 1 des „Règlement grand-ducal du 26 janvier 2016 relatif à la réception et l'immatriculation des véhicules routiers“ genutzt werden darf. Das Fahrzeug muss allerdings nicht sämtlichen Bestimmungen der EU-Typgenehmigung sowie der nationalen Einzelgenehmigung entsprechen. Zur Nutzung des Fahrzeuges im Ausland gilt es jedoch Artikel 40 § 2 zu berücksichtigen, womit gemäß Artikel 41 ein Fahrtenbuch mitzuführen ist, welches genaue Angaben zur Fahrtroute, dem Besitzer, der Gültigkeit der Genehmigung, des Fahrzeugkennzeichens, sowie bezüglich der Fahrzeugklasse und Marke aufführt.
- Sämtlichen Zulassungsverfahren ist gemein dass eine zusätzliche Genehmigung gemäß Artikel 156 § 1 beim Ministerium für Nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur einzureichen ist, wenn Erprobungsfahrten auf dem Autobahnnetz erfolgen sollen. Auf Entscheid vom Minister wird die Genehmigung erteilt.

2.3. Spezifische Bestimmung in Bezug auf die Fahrzeugnutzung

Derzeit hat der Fahrzeugführer einige Bestimmungen zu berücksichtigen, welche sich in Bezug auf Erprobungsfahrten von autonom fahrenden Fahrzeugen zum Teil einschränkend auswirken können. Diesbezüglich soll lediglich Artikel 160 § 1 Punkt a) hervorgestrichen werden, wonach ein Fahrzeugführer nicht gleichzeitig beide Hände vom Lenkrad nehmen darf.

Das Ministerium für Nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur ist zurzeit an der Ausarbeitung eines Entwurfes, womit diese Hindernisse für Erprobungsfahrten abgeschafft werden sollen.

Annex 5.1: Detailed Thematic Key areas for Tests and Evaluations

The aforementioned key thematic areas for trials are described in greater detail below:

Key area 1: Continuous compatibility of automated driving functions

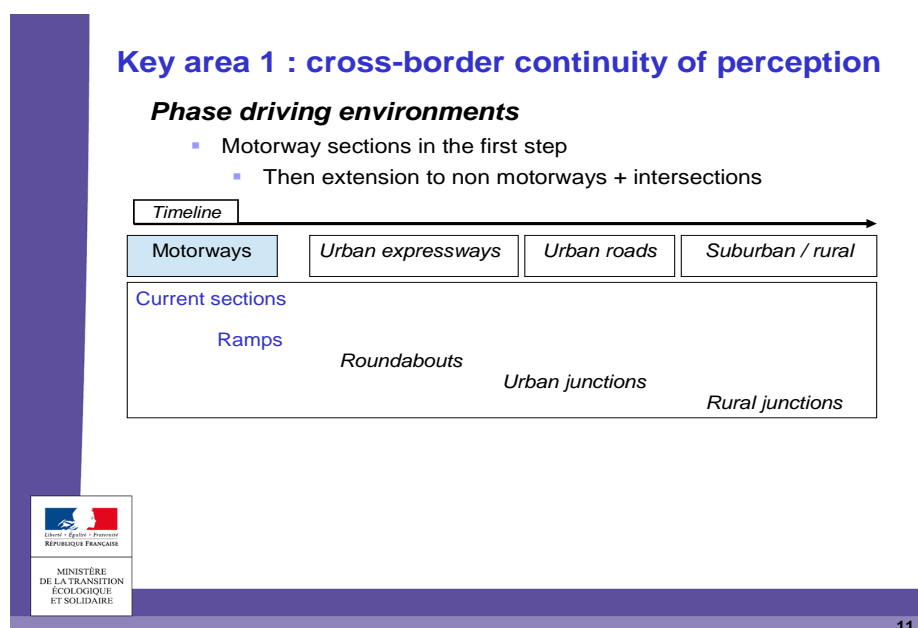
The principal objective is to compare the capacities of perception and the behaviour of automated vehicles in driving environments that are comparable but may differ depending on the country in which the transport network concerned is located. This can cover, in particular:

- a comparison of the perception of horizontal and vertical traffic signs (markings and signage) by the automated systems on the respective road networks;
- in particular, a comparison of the perception of road works site markings by the automated systems on the respective road networks;
- a comparison of the behaviour of automated vehicles at the junctions on the respective road networks.

In a first step tests will be conducted on motorway sections. Then in a second step also non-motorway sections and intersections will be included. The sections studied will be characterised by a limited number of attributes (such as horizontal signs or visibility). The roadworks situations may be addressed in a separate protocol.

In this context possible impacts of road infrastructure to the automation of the vehicle as well as the level of automation will be assessed. This includes also the existence of various kinds of road infrastructure as well as their quality. Even the impact of a precise digital map can be handled in this thematic area.

The following graph proposes a phased approach for addressing various use cases and driving environments:



Key area 2: Link between automation and connection and cross-border mobility services

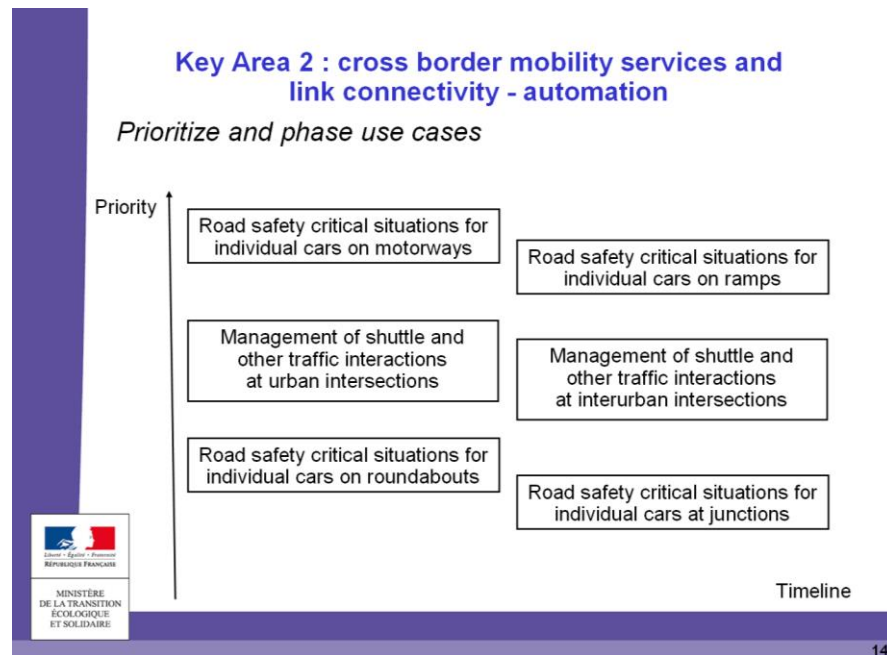
The purpose of this key thematic area is to trial various communication technologies in combination with automation functions and assess what added value they can contribute in specific applications, defined driving situations and incidents and different traffic environments. These various technologies cover, in addition to ITS G5, which is a mature technology and already used for traffic information services, the following mobile communications technologies: 4G - LTE; LTE-V2X and, in the longer term, the 5G mobile and satellite communications technologies.

The applications, automation functions, driving environments and quality requirements for the connectivity will be the object of a coordinated choice to be made by public authorities in consultation with the industry before the launch of the experiments. If this identification leads to a need for connectivity equipment along parts of the infrastructure, this could be developed in a second phase of the project.

In the initial phase, particular attention will be given to applications linked to the driving behaviour of passenger cars on motorways and national motorway-similar roads (especially automatic lane changing and, beyond this, automated overtaking). In later phases, other applications could be covered depending on their maturity:

- Applications linked to junctions;
- Applications for intelligent parking in urban areas (and especially functionalities combining valet parking on the one hand and information on available parking spaces on the other hand;
- Applications for the provision of local public transport services or the shared carriage of passengers by shuttles/minibuses operating in automated mode on the urban fringe or in the border region;
- Applications for the provision of urban logistics services.

The following graph proposes macro-priorities and phases related to use cases and driving environments.



Key Area 2 : cross border mobility services and link connectivity - automation

Identity potential + reference technologies + appropriate sites

<i>Use case + critical situation + driving environment</i>	<i>Potential technologies</i>	<i>Appropriate testing sites</i>
Individual car on motorway and ramps	ITS – G5, 4G, LTE-V2X, 5G, satellite (depending on critical situation type)	Closed site Open road
Individual car at roundabouts and intersections	ITS – G5, 4G, LTE-V2X, 5G, satellite (depending on critical situation type)	Closed site Open road
Coexistence + priority management shuttle vs other traffic	ITS – G5, 4G, LTE-V2X, 5G, satellite (depending on critical situation type)	Closed site Selected itinerary

17

This part could also include an exchange of experience (road users, emergency services, infrastructure managers) on the eCall emergency call system in the border area.

The topic “mobility services” addresses all aspects related to future mobility services but in a cross border context. These services can include ride-sharing, multi-brand platooning and possible multi-modal use cases, but shall not only be limited to motorways.

The following issues can be taken into account while conducting projects:

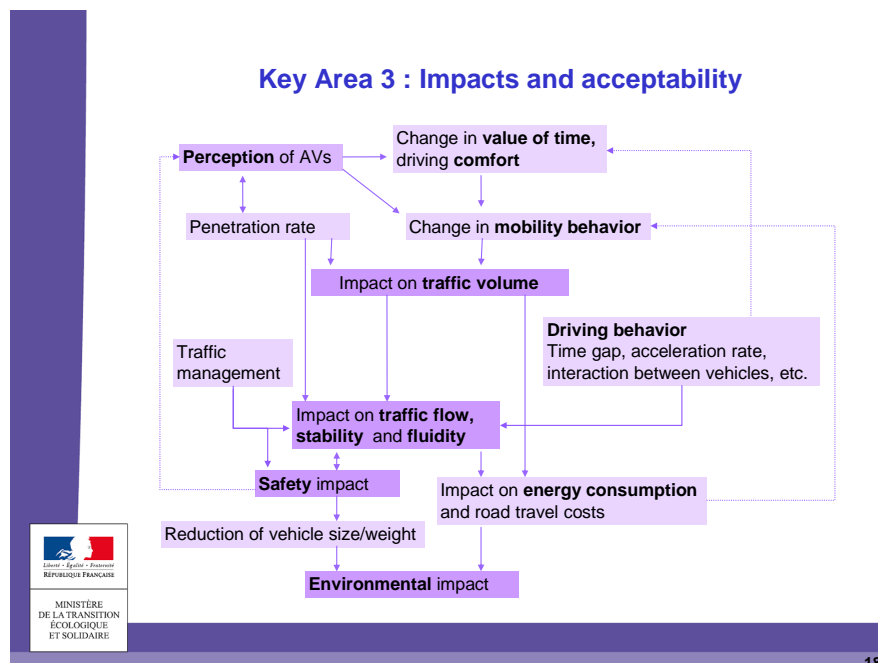
- Diversity of potential use cases in the cross border area
- UITP (Union Internationale des Transports Publics) policy brief on shared vehicle combined with mass transit

- Automation level of 4 and/or 5
- Special equipment, e.g. dedicated lanes
- Potential multi-modal locations for shuttle services

Key area 3: Impact and effects of automated and connected driving

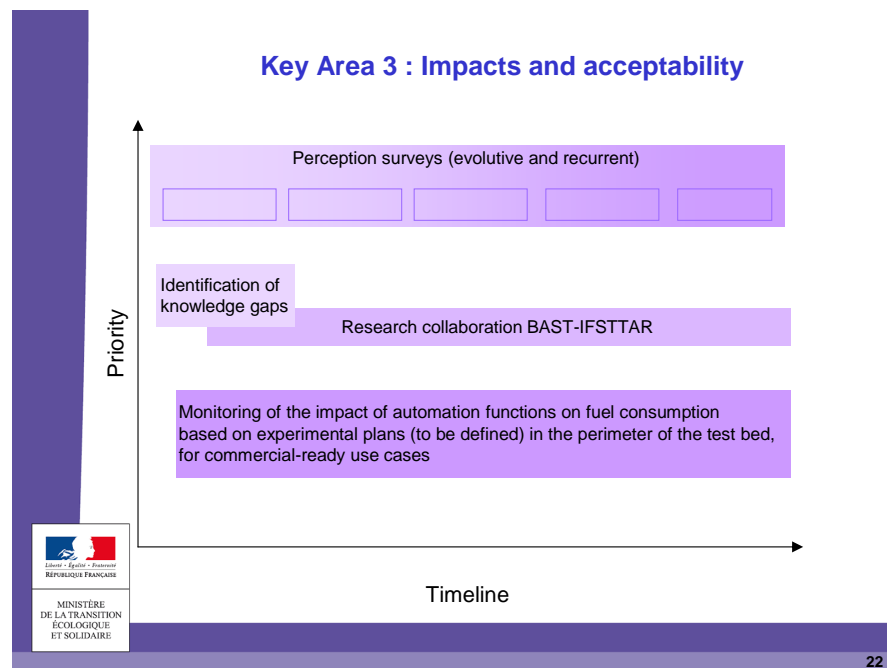
This thematic area addresses, in particular, the impact and effects of automated and connected driving on road safety, traffic control, interaction both with the infrastructure and with other vehicles and road users and on mobility and the environment (for instance fuel consumption). In this context, consideration is also to be given to the perception by other road users, the driving comfort expected as a result of this technology and the perceived value of time, which continue to determine mobility patterns.

These various effects are quite inter-related, and need a comprehensive approach (cf. below).



The following graphs propose to conduct this task under three main headlines:

- A tri-national annual perception survey among drivers and citizens, with a national and a local component;
- technical and scientific cooperation between German, French and Luxemburgish research establishments on the simulation and assessment of the impact on safety, traffic volume and mobility, based on the IFSTTAR – BAST cooperation;
- a protocol (to be further defined) to monitor fuel emissions for various automation functions and driving environments.



As an input to tasks implementation in this area, and to technical and scientific cooperation between research establishments, annexes 5.1 to 5.5 propose literature overviews.

Key area 4: Data access and use

This thematic area addresses all aspects related to the Data Economy arising from connected and automated driving. Those include infrastructure data (road infrastructure, road safety, telematics, etc.) and road operator data, vehicle-generated data, user- and crowd-sourced data, as well as data made available by third-party service providers.

Consideration needs to be given to such key aspects as:

- Ownership of, and access to the various types of data – including rights and responsibilities connected to the controlling, processing and analysing thereof,
- Associated privacy and data protection issues,
- Applicable authentication, certification, (cyber)-security and trust standards,
- Achieving a balance between the non-discriminatory availability of data for the public interest vs. the handling of proprietary data for commercial purposes, etc.

In the initial phase, the focus will lie on data sharing and cross-border interoperability between road operators to provide seamless information across the testbed on selected services (local hazard warning, traffic and incident management, road works management, infrastructure maintenance, etc.) that build on traffic and road safety related data. A commonly defined minimum ‘basis’ data set for road transport applications will need to be agreed on – with a particular focus on data managed by public authorities (geographic, weather, infrastructure, etc.).

Additionally an evaluation of the kind of data available both publicly and privately alongside its characteristics and restrictions (e.g. quality, reliability, etc.) and the objectives for which the data can be used by the multiple stakeholders will be undertaken. Publicly available data will be provided via the national access points – in line with the transposal process outlined by the ITS Directive and

Delegated regulations, the initiatives of the C-ROADS¹ Platform, and the activities foreseen by the Action Plan of the European ITS Committee.

Further attention will be given towards the benefit of bundling and cooperatively analysing the various datasets from the stakeholders above in view of inter alia predicting traffic behaviour. Activities linked in particular to ‘Safety Related Traffic Information’ (SRTI), will be closely coordinated with the initiatives undertaken within the ‘EU public-private Data Task Force’.

Relevant stakeholders will engage via a cross-border pilot to prototype and experiment the implementation of the solutions proposed by the European C-ITS Platform Working Group 6 (WG 6)² within the framework of a real-world sandbox environment. Particular interest lies in the applied transposition and associated interoperability issues linked to the three derivative architectures of the ‘Data Server Platform’ for vehicle data: 1.) Extended Vehicle, 2.) Shared Server, and 3.) B2B Marketplace (*cf. Annex 5.5. Challenges to Data Access and Use*). In this context, the overall suitability of the models above needs to be investigated with respect to their business cases, as well as fulfilment of possible technical requirements such as data access in real time. In the latter case, challenges related to ensuring direct remote access to in-vehicle data are to be expected.

Building on the comprehensive theoretical basis provided by the analysis and assessment of the TRL Study³, the proposals above will therefore need to also be compared with proofs-of-concept (PoC) of the complementary ‘In-vehicle interface’ and ‘On-board application platform’ models.

In subsequent steps, activities can be extended to include amongst others the work on:

- Establishing common guidelines to ensure 1.) the interoperability of authentication, certification and security specifications related to CAD – in line with the recommendations of the C-ITS platform and standards set by the UNECE WP.29, and 2.) mutually compatible data protection policies – in compliance with the GDPR and building on the Article 29 Data Protection Working Party opinion⁴ and subsequent guidelines;
- Coordinating efforts regarding the legal and regulatory aspects related to the ownership, sharing and exploitation of C-ITS and CAD-related data - while safeguarding the vehicle owner rights;
- Fostering and promoting innovation within the mobility and road safety ecosystem by setting fair and non-discriminatory standards for access and exchange of data - thus enabling the data-driven economy.

Finally, additional value will be provided testing architectures covering the accessibility, sharing and (re-)use models of the datasets as well as the rules regarding the transfer of knowledge / IP generated amongst the users of the trilateral testbed. Moreover, it is planned to set up a comprehensive governance model.

The following graph proposes to address the main areas of focus related to this key thematic area in different phases over the timeline of the initiative:

¹ www.c-roads.eu

² C-ITS Platform Working Group 6 Report on “Access to in-vehicle resources and data” - December 2015 [[Link](#)]

³ EC DG MOVE “Access to In-vehicle Data and Resources” Final Report (TRL) - May 2017 [[Link](#)]

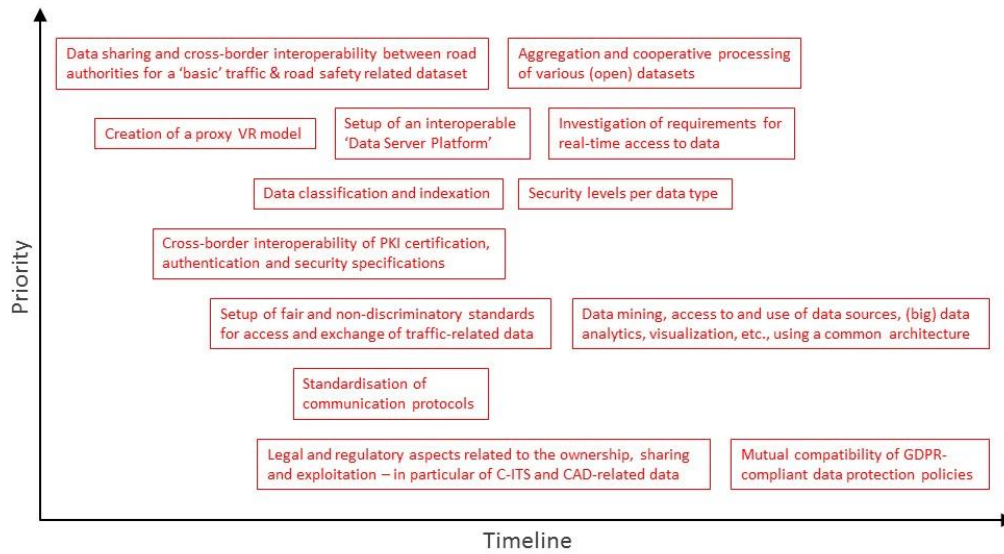
⁴ ARTICLE 29 Opinion WP252 on “Processing personal data in the context of C-ITS” - March 2017 [[Link](#)]

Kea Area 4 : Data access and use



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Main focus areas



26.09.2017

2nd Steering Committee Meeting

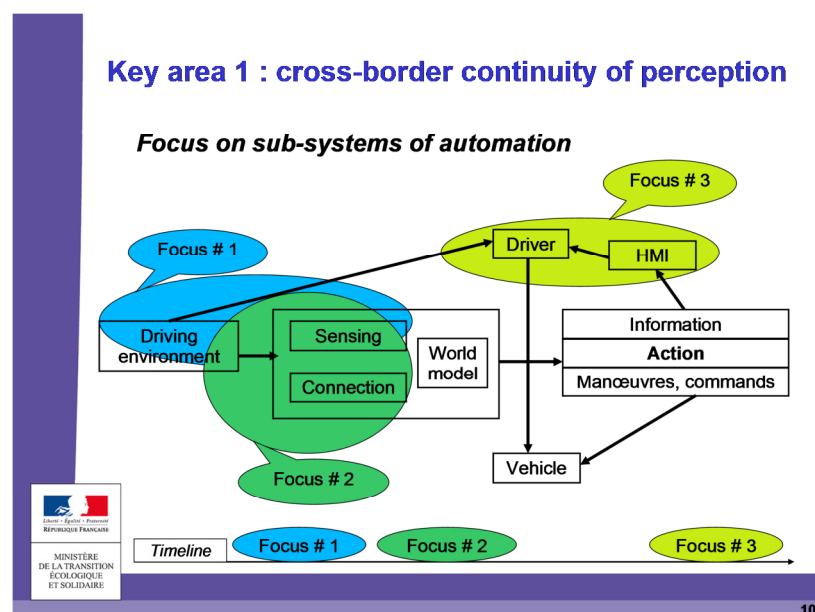
1

As an input to the tasks to be undertaken and the plans to be implemented in this area, annex 5.5 proposes a brief literature overview on the current state of discussions.

Annex 5.2: Cross Border Continuity of Perception Functionalities

The principal objective is to ensure that automated systems function properly in cross-border traffic. In particular, the test site will allow comparing perception capacities and automated vehicles' behavior according to network characteristics and driving environments located in different countries. This can cover, e.g. perception functionalities of horizontal and vertical traffic signs (markings and signage) and road works site markings, as well as automated vehicles' behavior at the junctions on the respective road networks.

The proposed approach concerns in the first place the sub-systems of automation regarding the driving environment and the way it is perceived by the automated functions, without connectivity at first, then including connectivity to finally focus on the driver and the HMI.



An initial trial phase could be conducted using vehicles whose use or trialling has already been approved. This phase could take the form of field reports submitted by industry and academia. In the initial phase, particular attention will be focused on the applications linked to the driving behaviour of passenger cars on motorways.

The main perception functionalities to be addressed would be, by priority:

- Recognition of and behavior when encountering road markings as well as any other kind of traffic signs of different qualities and design;
- Recognition of and behavior at road works sites.
- Recognition of and behavior in very inclement weather conditions;
- Interaction with other vehicles when filtering into traffic on the carriageway;
- Uncivil behavior by other vehicles.

The following paragraphs propose a protocol to assess perception functions above.

Two main measurement protocols may be addressed. The first one (cf. Box 1 below) consists in a statistical analysis of transition demands automated cars (French or German) respectively on French,

German or Luxembourgish road sections. Then a more in-depth protocol (cf. Box 2 bellow) with reference HD scanning of networks may be addressed.

Box 1: Experimentation plan general approach

When in traffic, identifying the moments when the human driving task is required:

- By sections (e. g. the X last GPS positions)
- Distinguishing them by:
- Environmental conditions (weather, visibility) and traffic
- The expected triggering events for taking back the driving task

Network segmentation

The whole network is divided into combined subsections regarding:

- Average traffic level (daily)
- Merging lanes limits
- Approaching entry / exit
- Approaching / exiting toll station
- Entrance/exit of a tunnel
- Entrance then exiting the broadcast area of a SRU

Sections will be numbering clockwise

OCCURRENCES		traffic density			Localisation			Infrastructures and equipments				
Sections	km	pk	qph	ln	kp F	kp G	kp L	Merging lines	junction	tunnel	SRUentrance	SRUexit
S ₀	0											
S ₁												
S ₂												
S ₃												
S ₄												
S ₅												
S ₆												
S ₇												
S ₈												
S ₉												
...												
S _n												
...												
S _n	242											

For a given section regarding the preceding « slicing », each of the triggering events for taking back the driving task will be characterized with the following factors

OCCURRENCES		Visibility			Trigger events for approaching takeover					
Sections	km	usual	radiant sunlight	unforesseable visibility	turning marking arrow	temporary horizontal road marking	temporary erased marking	absence of marking	temporary warning arrow	temporary signing (road works)
S ₀	0									
S ₁										
S ₂										
S ₃										
S ₄										
S ₅										
S ₆										
S ₇										
S ₈										
S ₉										
...										
S _n										
...										
S _n	242									

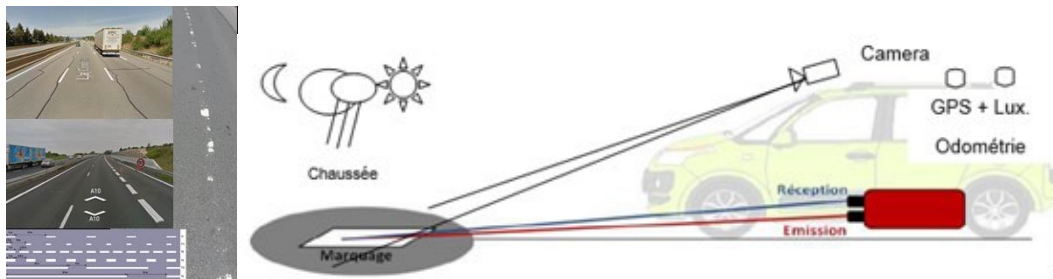
The instant traffic level could eventually complete the factor analysis.

Box 2: Protocol with reference vehicle

The measurements in the above sections could be achieved with a driving vehicle of VEDECOM Institute type MOOVE. This vehicle is representative of future French self-driving vehicles in term of sensors (camera, lidar, radar and GPS) and it is capable of recording continuously all the sensors data. It would allow supplying a first diagnosis on these motorways of the DE-FR-LUX test bed, in terms of:

- Road marking collection
- Road signs collection
- Surround road collection (security boundary, shoulder,....)
- Possible data losses of GPS signal

In parallel, it would be useful that this MOOVE vehicle can be followed during these campaigns of measure on the French road network by a vehicle specialized in the analysis of Road Marking. This vehicle would supply a true diagnosis of its horizontal road marking and the real state of the road (visibility and integrity of the strips of road markings, strips in the roadworks zones, joint on road, under various weather conditions....).¹



For example, the road panels and porticoes motorway indicating exit or rest area on the right-hand side would be geolocation, as well as the panels of speed on the right-hand side of the road which would serve to improve localization.²



¹ NFI Véhicule Autonome - GT Infrastructure – Atelier Marquage Horizontal - fiche marquage au sol V9
² NFI Véhicule Autonome - GT Infrastructure – Atelier Marquage Carto HD Dynamique – CR du 2017-04-28

Annex 5.3: Automation / Connectivity Use-Cases

Proposed approach and first results for highway chauffeur

Background and objectives

The overall objective is to assess how connectivity, and its different levels of service and different technologies, can enhance automation systems' performance. The first focus will be on the most critical safety-related situations and events for automated passenger cars on motorways. The underlying objective is to assess priority connectivity needs and quality requirements, then to test various technologies (ITS G5, 4G, LTE-V2X, satellite, and, in the long run: 5G) and their ability or conditions to fulfil these requirements.

Proposed approach

The general approach suggests to:

- Prioritize use cases
- Identify and prioritize potential critical situations in terms of perception
- Identify priority quality attributes of connectivity for enhancing vehicle's perception
- Identify potentially relevant technologies
- Identify driving environments to test technologies (if necessary on closed sites)
- Evaluate technologies performances (compared to reference technologies where appropriate: e.g. ITS-G5 when already identified as such)
- Propose quality requirements for the connectivity, validity of information, latency – depending on use-cases and/or communication technology
- Assess V2X possible impacts on infrastructure needs
- Assess needs and requirements for an up-to-date precise digital map according to use-cases (static or updated map); fixed points on the road, like landmarks

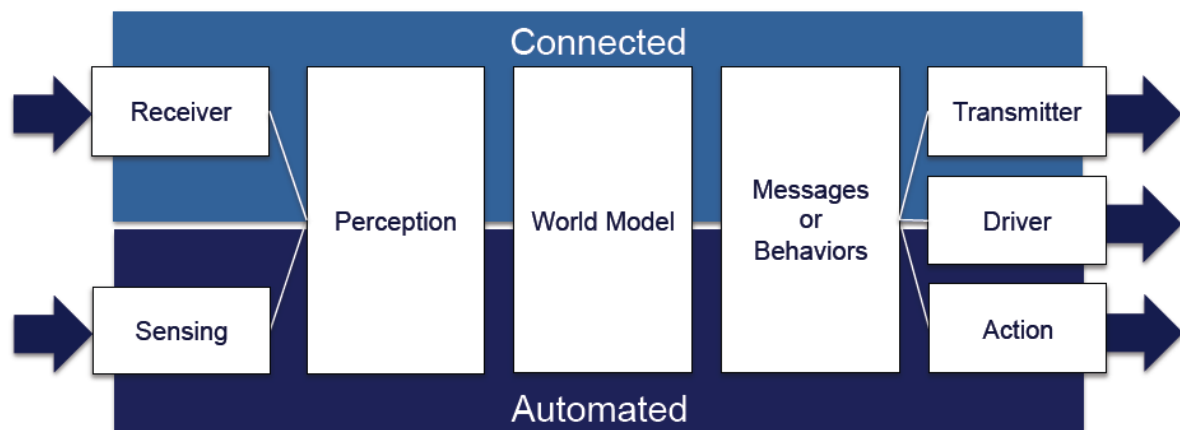
The proposed methodological framework is described and then applied for highway chauffeur use-case as an illustration.

The approach is bottom-up: it starts from the needs of the automated vehicle (critical situations it has to cope with), and explores the benefits of connectivity.

Regarding the connectivity technology, the proposed approach is “hybrid and neutral”. The various communication technologies (ITS G5, 4G - LTE; LTE-V2X, satellite communication, 5G) will be considered in a functional and performance-based approach depending on the quality levels of connectivity required for each use case.

Expected benefits from connectivity are:

- Enhancement of the sensing functions of the autonomous vehicle by connectivity (receiving);
- enhancement of the vehicle data thanks to sensing data.



Geolocation and use of HD map are considered per se, separate from other connectivity functions.

The final objective is to assess autonomous vehicle's systems' behaviors, by itself, and supplemented / completed with connectivity functions. Therefore, the approach is systemic and may include the driver's behaviour in some use cases.

Proposed approach

The proposed approach, as for autonomous and connected vehicles, relies on precise use-cases which are characterized by the automation functions of the vehicle and the driving environment.



To define the relevant sub-use cases to assess how communications technologies can contribute to the automation, the proposed approach is based on the critical situations methodology of DGITM and IFSTTAR in France (cf. Box) which consist in selecting for each macro use-case and driving environment the driving situations that are the most critical.

Box: Identifying critical situations and events in automation use-cases:**Methodology overview*****Context and objectives***

Within automation use-cases and driving scenarios (e.g. lane change in a given set of infrastructures + traffic + speed + weather conditions), it appears necessary to identify “critical situations” or “events” for which the automated vehicle’s behavior is expected to be specific. These critical situations would be a combination of, e.g.:

- Actual driving situations, combining: Infrastructure configuration; Current driving objectives (e.g.: lane changing manoeuvres - straight lane or curve); Actual level of Traffic
- Events to consider: Events related to road signage; Events related to the use of infrastructure (other road users, unexpected events)

These critical situations need to be identified and, overall, prioritized, depending on their likeliness to occur, their representativeness of other critical situations and events, and the severity of road safety risks faced by the automation system.

Methodology

Use cases are defined through:

- Specified driving environments or scenarios or “operational design domain” (e.g. type of infrastructure, type of signage, traffic and weather conditions, speed range, etc...);
- automation functionalities or “elementary functions” (what manoeuvre(s) does the system perform - e.g. lane change), under normal conditions;
- activation / deactivation conditions and duration under normal conditions (~triggering conditions);
- expected « driving tasks sharing » between the driver and the system, as set by SAE levels.

The definition of “potential critical situations and events” retains a two-dimension analysis:

- Driving Situations, combining: Infrastructure configuration * Current driving objectives (eg: lane changing maneuvers - straight lane or curve) * Level of Traffic;
- Events to consider : Events related to road signage / Events related to the use of infrastructure / Other events

The assessment criteria is mainly based on criticality as adapted from ISO 26262.

Essentially the idea is to list all the sub-use-cases for each macro-use-cases including the specific automation functions concerned, the driving environments and the critical situations. Then for each critical situation in each driving environment for each automation function, a rough qualitative assessment is conducted to determine if connectivity can help to prevent or solve the critical situation and the required level of connectivity in terms of latency, geographic coverage, geolocation accuracy.

First results for Highway Chauffeur

The methodology described above was used with the list of critical situations for level 2 automated vehicles elaborated by IFSTTAR for the highway chauffeur use-case. First results, to be discussed with stakeholders, are summarized below.

Connectivity was identified to be helpful in the following critical situation:

- approaching road works
- approaching toll area
- emergency braking of the previous vehicle
- traffic jam ahead

- stationary vehicle on the road (consecutive to an accident, a breakdown or any other reason)
- winter maintenance vehicle
- priority vehicle
- presence of operator vehicle in intervention (emergency intervention)
- traffic officers or emergency services or road workers on the site of an incident
- lane opening or closure (fixed or moving road works)
- wrong-way driving
- obstacles (objects on the road or fallen load from previous vehicle)
- longitudinal road markings totally faded in case of pavement maintenance
- road markings: partially faded or not visible longitudinal markings on several tens of metres (or masking by an object on the road)
- coexistence of temporary and permanent markings
- pavement flooding area with possibility of aquaplaning, snowfall or snow melting
- local slippery area (icy patches, oil puddles)
- driving in dense fog
- strong winds
- dense rain, snow, hail
- unpredictable behaviour of another user (chaotic behaviour)
- vehicle attempt to force its way into traffic
- cut-off of another vehicle near and in front of an automated vehicle

However it is worth noticing that:

- For some of the above critical situations that are not local but over a larger area, connectivity is only relevant if automated vehicle can adapt a cautious behavior such as reduce its speed in the concerned area for instance, OEMs should be consulted to strengthen the results;
- automated vehicles should be able to detect and manage some of the above critical situation by themselves (for SAE2 managing is identify the critical situation and return control to the driver), based on their sensors. However, connectivity can help to anticipate the critical situation and give a more pleasant experience to the driver (such as a smoother slowing down for instance).

Annex 5.4.1: Literature Overview of Traffic Impacts of connected and automated Vehicles

Although the impact of connected and automated vehicles (CAVs) on traffic flow has been the object of many studies, the literature provides a wide range of results because of the heterogeneity in hypotheses on:

- definition of autonomous, connected and cooperative vehicles (assessed technologies, levels/range of cooperation for instance),
- connected vehicles and automated vehicles penetration rates,
- tests site,
- traffic density,
- parameters set up (especially vehicle gap acceptance, acceleration and deceleration rate).

However and in spite of this heterogeneity, some conclusions can be drawn from the literature in terms of magnitude of the effects depending on a limited number of critical parameters. The following literature review focuses on studies testing various penetration rates and with an heterogeneity in vehicles types.

Vehicles characteristics

Connectivity and automation are considered in the following literature review.

Connectivity improves driver's perception of his environment, with various levels of communication and reliability. Different types of communication and vehicles cooperation must be distinguished in terms of impact on traffic flow stability and road capacity:

- Vehicle to vehicle communication, which provides information on the vehicles movement and drivers decisions (speed, acceleration, steering). V2V can provide information from several surrounding, preceding and following vehicles, enabling a better anticipation of driving conditions and possibly shorter reaction time and more reliable driving decisions (because of an increased confidence).
- Vehicle to infrastructure communication, which includes information on road conditions, traffic management control decisions, weather conditions, etc. These information mostly impacts driver's decisions in terms of lane choice and itinerary choice.

Three levels of automation can be considered for traffic analysis purposes:

- full automated driving;
- high level self-driving. Some modeling issues with high level automation (Saffarian et al 2012) in terms of driving performance include possible over-reliance on the system, lack of capability of regaining control, and reduced driving comfort due to increased mental workload (adaptation with the new system). Behavior of regular vehicles mixed with high level self-driving vehicles must also be considered.
- lower levels of automation, which is difficult to forecast in terms of driving behavior

for both automated vehicles and regular vehicles, although simulators can give some idea of drivers behaviors.

In some studies, automation only relies on sensors and automated-and-non-communicative vehicles and connected-vehicles are considered on their own. However, since connectivity helps reducing the sensors limitation (detection range, reliability of measures, ...), most studies directly study vehicles relying on both connectivity and automation.

Basic mechanisms

Connectivity and automated vehicles (CAVs) might impact traffic flows, either positively or negatively depending especially on the penetration rate of CAVs, through various mechanisms:

- closer vehicle following and better traffic flow stability even at high speeds: AVs can reduce perception and reaction time, enabling a shortening of vehicle following gaps even at high speeds by sensing and anticipating other vehicles braking, accelerating or decelerating.
- increased stability of traffic flows at higher throughput (definitions from Talebpour and Mahmassani (2016):
 - Local stability: Local stability refers to the vehicle's response to its leader's acceleration decisions. It is achieved if a (following) vehicle recovers from a perturbation and retains the original steady-state speed and spacing after deviating from it (this deviation, for instance, can be caused by the leader's sudden break).
 - String stability : String stability is defined for a platoon of vehicles and investigates the behavior of the entire platoon in response to its leader's sudden break. If the perturbation decays as it propagates upstream within the platoon, the car-following behavior is called string stable.
- more efficient lane changing: vehicles allow shorter gaps in traffic for changing lane safely even at high speed.
- smoother merging of traffic streams, with shorter gaps at greater speeds by vehicles cooperation
- smoother profiles of acceleration and deceleration at free flow speeds ;
- reduced frequency of incidents which improves travel time reliability,
- increased lateral capacity (narrower lanes) through more precise steering (for high levels of CAVs penetration)
- reduced emissions.

The following literature review focuses on the impact of vehicles cooperation and automation on roadway network performance, under various penetration levels.

Main impacts of CAVs on traffic flows

Although results vary depending on the tests site, traffic mix, traffic conditions and modeling framework, most studies conclude that automation may lead to an improvement of traffic flow efficiency (increased capacity, throughput and stability) for high penetration rates (>60%) and high density traffic, especially if connectivity is added to automation. In a dense traffic, with

more than 50% vehicles equipped with CACC, capacity might be increased up to +10 to +50% depending on the time gap and deceleration rate. Lower levels of penetration for CAVs combined with high traffic flows might induce small reduction in capacity and traffic stability. Detailed simulations results, with various penetration rates for technologies, can be found for instance in Van Arem (2006), Arnaout et al. (2011), Tientrakool (2011), Talebpour and Mahmassani (2016), Schakel et al. (2010) or Kesting et al. (2009).

Connectivity by itself can achieve improvement in terms of stability of traffic for penetration levels higher than 40% (Guériau et al., 2016), and can improve benefits from automation technologies like ACC (Van Arem (2006), Talebpour and Mahmassani (2016)).

However, current studies are mostly based on simulations, very rarely based on real data for driver's behavior, at the exception from studies by Shladover (2009, 2012) who tested driver's behavior in terms of time gaps and used these results in simulations. Usually, microsimulation based studies do not model the change in behavior from manual vehicles when they are in a mixed traffic with connected and automated vehicles, and the possible suboptimal behavior of automated vehicle especially in a transition period (lane changes in congested networks, acceptance of gap levels and deceleration rates). Therefore, impacts on traffic from connected and automated vehicles might be overestimated.

Moreover, the behavior of connected and automated vehicles is often modeled in a simple way, although some effort has been made to complexity microsimulation framework accordingly to the new and upcoming heterogeneity in driving behaviors. For instance, Guériau et al. (2016) developed a multi-agent cooperative model in order to capture the complexity of interactions in a cooperative system. Talebpour and Mahmassani (2016) also proposed a framework including various vehicle types (connected, non connected, regular and autonomous vehicles).

Furthermore, most studies only focus on automation of the longitudinal behavior and do not consider issues in lane changes in a mixed traffic scenario. A trade-off between comfort, safety and traffic flow efficiency can occur in mixed traffic scenarios where lane changes at high speed and with short gaps can be uncomfortable for automated vehicles (high deceleration/acceleration). This issue can lead to dedicated lanes for CAVs, which would induce a reduction in capacity if CAVs penetration is lower than 30 to 40% (Talebpour et al. (2017), Chen et al. (2017), Van Arem et al. (2006), Shladover et al. (2012)).

Finally, few studies model the network effect of connected and automated vehicles on traffic flows. These studies rely on speed-density curves deduced from microsimulation studies and implement these functions in either mesoscopic model (e.g. Mittal, 2017), or dynamic traffic assignment model (e.g. Patel, 2016). The results of such studies highly depend on the hypotheses on traffic flows derived from microsimulations. Therefore, the effect of CAVs on route choice is not well known although connectivity and changes in congestion and reliability of routes might have a major impact on the choice of itinerary.

Key knowledge gaps and research needs

Most studies on the effect of connection and automation on traffic flows rely on actual or marginally modified microsimulation tools, in simplified settings. Although new acceleration

frameworks have been developed to model connected and automated vehicles, it is usually considered that human driver's behavior does not change and that automated and connected vehicles behave in an optimal manner. However, this implies strong assumptions for human behaviors when faced with new driving environment and these assumptions should be confirmed by empirical data.

Then, once the modeling framework can be further specified based on knowledge from empirical data on driving behaviors in new driving environments, the impact of CAVs in a more diverse set of particular situations could be assessed, including especially the study of lateral behavior with various intersections types and merges, as well as urban environments. Network performance and effects on travel demand could then be assessed reliably based on previous results.

Finally, pathways to high penetration of CAVs need to be assessed especially in light of both the reduced roadways performance for low penetration of CAVs in terms of traffic flows, and the uncertainty in driver's behaviors in a transition period.

Human factors

The effect of automation on traffic flow may be reduced by human factors: behavioral adaptation (suboptimal system settings, reaction of regular vehicle drivers to CAVs and platoons, preferences for time gap and increased acceleration rates, increased perceived risk during transition phases, ...); changed role of the driver (change in cognitive skills, mental workload,...), user acceptance and comfort level. Hoogendoorn, Van Arem & Hoogendoorn (2014) published a literature review on these effects. They concluded that:

- “the influence of the different levels of automation on situation awareness, measured through eye tracking, and driver workload, measured through physiological indicators of workload, has to be determined. [...]
- we need to determine the level of user-acceptance of the different levels of automation and also determine which factors actually influence the level of user-acceptance.”

These effects could be analysed by field tests and high resolution simulators.

Finally, the findings from the empirical studies on the influence of automation on traffic flow efficiency, including behavioral adaptations, should be used to enhance actual simulation models or construct simulation models able to adequately capture these effects. Alexiadis & Campbell (2017) proposed a research roadmap for addressing connected vehicle analysis limitations of traffic simulation models.

Merging, junctions and traffic heterogeneity

Merging and junctions have not been studied as widely as longitudinal driving behavior changes. Studies are especially lacking in urban settings. Therefore, further research is needed to test various specific environments: roundabouts, motorway merges, signalized/non signalized intersection, etc.

The interactions between various vehicles types have not been studied extensively (lane changes for regular, autonomous and connected vehicles, mix of passenger cars, HGVs and public transit vehicles).

Pathway to high penetration of CAVs

Many studies consider high penetration and highly enhanced capability for CAVs (very short headways, high deceleration rates). However, a low penetration of low capability CAVs, mixed with the existing vehicle fleet has been less studied because of the complexity of accounting for behavioral changes and human factors (user preference, capacity/comfort/safety trade-offs, heterogeneity in user's behavior) while lacking empirical data on these parameters as explained in the previous section.

Because of the previous gaps in knowledge, network effects and therefore impacts on demand from connected and automated vehicles are uncertain.

References

- Alexiadis & Campbell, 2017, An Evaluation of Current Simulation Analysis Capabilities and Near-Term Needs for Modeling Connected Vehicle Applications
- Arnaout, G. and Bowling, S., 2011. Towards reducing traffic congestion using cooperative adaptive cruise control on a freeway with a ramp. *Journal of industrial Engineering and Management*, 4(4), pp.699-717
- Bang and Ahn, 2017, Platooning Strategy for Connected and Autonomous Vehicles : Transition from light traffic, 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board
- Billot, Romain and El Faouzi, Nour-Eddin and Guériau, Maxime and Monteil, Julien (2014) Can C-ITS lead to the emergence of Traffic Management 2.0?, 17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), 483–488
- Bose, A. and Ioannou, P., 2003. Analysis of traffic flow with mixed manual and semiautomated vehicles. *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, 4(4), pp.173-188
- Chen, He, Yin, Du, Optimal design of autonomous vehicle zones in transportation networks, *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 99, 2017, Pages 44-61.
- Chen et al, 2017, Towards vehicle automation: roadway capacity formulation for traffic mixed with regular and automated vehicles, *proc. TRB 2017*
- Claudio Roncoli, Markos Papageorgiou, Ioannis Papamichail, Traffic flow optimisation in presence of vehicle automation and communication systems, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 57, August 2015, Pages 260-275
- DfT, 2016, Research on the Impacts of Connected and Autonomous Vehicles (CAVs) on Traffic Flow (stage 1, stage 2 et Summary Report)
- Duell et al, 2016, On system Optimal Dynamic Lane Reversal to Improve Traffic Efficiency for Autonomous Vehicles
- Ghiasi et al., 2017, Speed harmonization algorithm using connected autonomous vehicles, 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board
- Guériau, Maxime and Billot, Romain and El Faouzi, Nour-Eddin and Monteil, Julien and Armetta, Frédéric and Hassas, Salima (2016) How to assess the benefits of connected vehicles? A simulation framework for the design of cooperative traffic management strategies. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2016, 67, 266 - 279,
- Hoogendoorn, Serge P. and Minderhoud, Michiel M., Motorway Flow Quality Impacts of Advanced Driver Assistance Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2002, 1800, 69-77
- Hoogendoorn, Van Arem & Hoogendoorn, 2014, Automated Driving, Traffic Flow Efficiency And Human Factors: A Literature Review, *proc. TRB 2014*
- Kesting, A., M. Treiber, M. Schönhof, F. Kranke, and D. Helbing, Jam-avoiding adaptive cruise control (ACC) and its impact on traffic dynamics. In *Traffic and Granular Flow 2005*, Springer, 2007, pp. 633–643.

Kesting, A., M. Treiber, and D. Helbing. Enhanced intelligent driver model to access the impact of driving strategies on traffic capacity. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 368, No. 1928, The Royal Society, 2010, pp. 4585–4605.

Kockelman et al., FHWA/TX-17/0-6847-1, An Assessment of Autonomous Vehicles: Traffic Impacts and Infrastructure Needs—Final Report, March 2017

Li, Kun and Ioannou, Petros (2004) Modeling of traffic flow of automated vehicles. *Intelligent Transportation Systems*, IEEE Transactions, volume 5, 99—113

Lioris, Pedarsani, Yildiz Tascikaraoglu, Varaiya, Platoons of connected vehicles can double throughput in urban roads, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 77, 2017, Pages 292-305

Milanes Vicente and Shladover, Steven E and Spring, John and Nowakowski, Christopher and Kawazoe, Hiroshi and Nakamura, Masahide (2014) Cooperative adaptive cruise control in real traffic situations, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, volume 15, pages 296--305,

Mittal, Mahmassani, Talebpour, 2017, Network flow relations and travel time reliability in a connected environment, 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board

Monteil, Billot, Rey, El Faouzi (2012) , Distributed and Centralized Approaches for Cooperative Road Traffic Dynamics, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 48, 2012, Pages 3198-3208, ISSN 1877-0428, 10.1016/j.sbspro.2012.06.1286.

Monteil, Julien and Billot, Romain and Sau, Jacques and Armetta, Frédéric and Hassas, Salima and El Faouzi, Nour-Eddin (2013) Cooperative highway traffic: multiagent modeling and robustness assessment of local perturbations, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pages 1-10, 2391.

Motamedidehkordi, Margreiter, Benz, 2016, Effects of connected highly automated vehicles on the propagation of congested patterns on freeways, *Transportation Research Board 2016 Annual Meeting*

Patel, Levin, Boyles, 2016, Effects of autonomous vehicle behavior on arterial and freeway networks

Pinjari et al., 2013, Highway Capacity Impacts of Autonomous Vehicles : An Assessment, CUTR

RAND, 2014, Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers, by James M. Anderson, Nidhi Kalra, Karlyn D. Stanley, Paul Sorensen, Constantine Samaras, and Oluwatobi A. Oluwatola, RR-443-1-RC (available at http://www.rand.org/pubs/research_reports/RR443-1.html)

Schakel, Wouter J. and van Arem, Bart and Netten, Bart D. (2010) Effects of cooperative adaptive cruise control on traffic flow stability. {Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2010 13th International IEEE Conference, pages 759—764

- Shladover, S.E., 2009. Cooperative (rather than autonomous) vehicle-highway automation systems. *Intelligent Transportation Systems Magazine*, IEEE, 1(1), pp.10-19.
- Shladover, S., Su, D. and Lu, X.Y., 2012. Impacts of cooperative adaptive cruise control on freeway traffic flow. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2324), pp.63-70
- Shi and Prevedouros , 2016, Effects of Driverless Vehicules on the LOS of Basic Freeway and Weaving Segements
- Silberg, G., M. Manassa, K. Everhart, D. Subramanian, M. Corley, H. Fraser, V. Sinha and . W. Ready (2013) *Self-Driving Cars: Are we Ready?*, Technical Report, KPMG
- Talebpour, Alireza and Mahmassani, Hani (2016) Influence of connected and autonomous vehicles on traffic flow stability and throughput, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, volume 71, pages 143--163,
- Talebpour, H.S. Mahmassani, and F.E. Bustamante, 2016, Modeling Driver Behavior in a Connected Environment : Integrated Microscopic Simulation of Traffic and Mobile Wireless Telecommunication Systems
- Talebpour, Mahmassani, Elfar , 2017, Investigating the Effects of Reserved Lanes for Autonomous – Vehicles on Congestion and Travel Time Reliability, 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board
- Van Arem, Bart and van Driel, Cornelia JG and Visser, Ruben (2006), The impact of cooperative adaptive cruise control on traffic-flow characteristics, *Intelligent Transportation Systems*, IEEE Transactions, volume 7, pages429--436,
- Wang et al., 2016, Optimal lane change times and accelations of autonomous and connected vehicles, *Transportation Research Board 2016 Annual Meeting*
- Wang, Li, Work, Comparing traffic state estimators for mixed human and automated traffic flows, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 78, 2017, Pages 95-110.
- Zavitsas et al., 2016, Assessing autonomous vehicles impact on urban traffic emissions and intersection performance, *Transportation Research Board 95th Annual Meeting*

Annex 5.4.2: Literature Overview of Mobility Impacts of connected and automated Vehicles

Automated vehicles might induce increased travel demand through various mechanisms, especially reduction of generalized costs of travels through a reduction in travel time and comfort and increased roadway efficiency.

The following literature review considers individual travel and does not include studies on shared autonomous vehicles although numerous studies model its impacts at the city level.

Mechanisms and general framework

The general framework for assessing the impacts of autonomous vehicles (AVs) on travel demand can be modeled through the 4 steps modeling framework, although most literature on the impact of AVs on demand has relied on activity based models rather than four steps models (for instance, Childress et al., 2014, Auld et al., 2016).

The basics mechanisms through which AVs might change travel demand in a four steps modeling framework are:

- avoided parking costs for self-driving vehicles, which reduces generalized costs and thus modifies destination choice and, to a lower extent, mode choice;
- modified fuel consumption;
- change in value of time (use of time while traveling), which depends on AVs acceptance and AVs levels of automation;
- change in road capacity and travel time reliability (increase based on shorter reaction times, reduction of vehicle-following distance: modifies the speed flow relationships);
- change in itinerary choice based on earlier and more reliable information for connected vehicle.

In order to fully capture impacts of AVs on travel demand, vehicle choice and preference for automation should also be included in travel demand models.

Furthermore, since AVs are expected to improve roadway capacity and stability of traffic flows, and since connectivity might change drivers anticipation of driving conditions, dynamic traffic assignment (DTA) would be necessary in order to capture the full effects of AVs on route choice. However, DTA is still mostly used in research projects rather than in operational models.

Shared autonomous vehicles are a special case of AV scenario and should be assessed separately because it entails more disruption in behaviors and should therefore be based on specific stated preference surveys (for instance, see ITF, 2016 and Cools et al., 2016).

Changes in generalized costs of road travel

Autonomous vehicles can induce a modification of travel demand by changing various components of generalized costs:

- travel time and reliability;
- value of time;
- fuel costs;
- other driving related costs (possible reduction in insurance costs for AVs drivers).

The modification of generalized costs can increase road travel demand, either by inducing more travels, mode shift, longer trips by changes in route choice, changes in destination, and changes in land use (relocation of households). Changes in itinerary might also be driven by connectivity, especially I2V communication, since it will enable drivers to better anticipate traffic conditions.

Travel time and reliability

Connected and automated vehicles are expected to change traffic flow efficiency through reduced or increased travel times, depending on AVs penetration rates, traffic density and driving behaviors. The improvement in travel times and reliability can increase road travel demand in the long run, when the penetration level of AVs is high enough to significantly improve road efficiency.

Reliability and perception of reliability might also be modified with AVs. Under specific conditions (high penetration of AVs and high density of traffic), AVs might have a significant positive impact on traffic stability and therefore on travel time reliability. Furthermore, AVs are expected to highly reduce the frequency of accidents, further improving reliability, and also changing the perception of safety among different modes. These changes in reliability might therefore change both mode choice and route choice.

In-vehicle value of time, reliability and comfort

In the long run, the value of time (VoT) for AV drivers might be reduced compared to regular vehicle drivers because of a possible improvement in comfort (less mental workload from driving), and a possibly more productive use of the driving time for high level automation (levels 4 and 5).

However, during the transition period towards high penetration of AVs, the value of time of AV drivers might be higher than regular drivers because of a structural effect, since first AVs buyer might be higher income households and workers. Furthermore, driving related stress might increase with automation, especially at low penetration rates for AVs, inducing a possible increase in value of time of drivers.

Some studies also find that VoT might vary very slightly since some users already tend to consider in-vehicle time productive (Cygansky et al. 2015). Also, in transition periods, drivers are likely to keep looking at roads. In this respect, Sivak et al. (2016) state that “for 62% of Americans, self-driving vehicles currently are not likely to result in an improvement of

productivity.” Average length of trips might also not allow sufficient time for sustained productivity (US EIA, 2017).

Therefore, the reduction of the value of time for drivers of AVs is much discussed in the literature with no consensus by lack of empirical data, although some studies have begun to investigate possible changes in perception of travel time and productivity in automated driving scenarios (for instance, Cygansy et al. 2015).

The variability of value of time estimates for AVs drivers can be illustrated by the range of value used in transport models in studies analyzing the impact of AVs on road travel demand:

- Kim et al. (2015) considered a reduction of 50% for in-vehicle value of time (VoT) in autonomous vehicles compared to regular vehicles;
- Gucwa (2014) tested various scenarios for the change in value of time, no change, or a reduction of 30% compared to conventional cars, and a reduction of 60% compared to transit;
- Kockelman (2017) tested a no change in VoT scenario, a VoT for autonomous vehicles equal to VoT for transit, and a reduction of 50% of VoT of conventional vehicles;
- MacKenzie et al. (2014) assumed a reduction of 20% to 50% of the value of time.

Changes in energy consumption

Impacts of autonomous vehicles on fuel consumption are highly uncertain (Wadud et al. 2016, Fagnant and Kockelman, 2014, US EIA, 2017, Stephens et al. 2016) and mostly depend on two factors: on one hand the use of smaller and lighter cars due to increased safety and, on the other hand, increased demand leading to an overall increase of fuel consumption. Fuel efficiency of autonomous vehicles is expected to change with:

- optimization of braking and acceleration commands (e.g. adaptive cruise control);
- improved aerodynamic performance ;
- increased traffic fluency;
- shift to smaller and lighter vehicles due to increased safety;
- vehicles right sizing in a shared vehicle scenario;
- increased features, on-board comfort.

Estimates of the fuel savings for automated functions are in the order of 4 to 10% for automated “eco-driving” of non-platooned trucks and 6 to 10% for partly manually driven platooned trucks (Lammert et al., 2014). The combined effect of full automation and platooning could exceed 10% to 20%, though most of these gains are possible without driverless operations per se (Wadud et al, 2016).

Highways speeds would have a limited effect on fuel efficiency (about +5%).

Stephens et al. (2016) published a literature review of impacts of AVs on fuel efficiency and tested several scenarios for fuel efficiency impacts (varying rates of penetration, AV level of

automation, induced demand). They concluded that fuel consumption of road vehicles might vary from -40% to +10% compared to a scenario without AVs.

Vehicle type of fuel should also be considered, with the forecasted market penetration of alternative fuel vehicles in order to calculate fuel costs. Relevance domains for alternative fuel (especially electric cars) and automated vehicles should be considered together in the households vehicle choice since they could partially cover the same market segment in terms of mobility patterns and household characteristics (intensive use of cars for instance). Section 5 further discusses vehicle choice in the context of connected and autonomous vehicles.

Travel demand, destination choice and parking costs

Travel demand might increase in a scenario of high level automation through various mechanisms:

- increased mobility for vehicles that do not require a driver's license, widening the perimeter of potential drivers (non drivers, younger people, older adults, disabled people);
- new trips (induced travel demand),
- longer trips through changes in destination choice or itinerary choice.

Truong (2017) assessed these effects and concluded in an increase in car trips of about 7%.

Parking costs might especially decrease in self driving scenarios, which could change destination choice. Congestion might either decrease due to less search for parking space, or increase due to self parking in further and cheaper location.

Land use

Effects of autonomous vehicles on land use has not been widely studied although demand for parking and changes in comfort and value of time in autonomous vehicles (at high levels of automation) can induce urban sprawl. This impact could further be assessed with preference surveys. For instance, Lavasani et al. (2017) investigated potential preferences in residential relocation and willingness to pay for AVs.

Vehicle choice and market penetration of AVs

Results in induced demand highly depend on the penetration rate of connected and automated vehicles, for various levels of connectivity and automation. Moreover, the scope of relevance of AVs in terms of driving behavior and household characteristics must be assessed in order to be able to forecast changes due to AVs, especially in transition period with low penetration rates of AVs where their travel behavior might differ from behavior of regular vehicles owners.

Several types of models can be used to assess the relevance domain of AVs in terms of households characteristics and driving behavior:

- disaggregated approach based on stated preference surveys, which can account for households heterogeneity in preferences and which need to provide context and information on AVs for respondents, in order to insure reliability in responses (Texas

A&M, 2014, Underwood, 2016 for instance)

- aggregated methods based on:
 - technology diffusion models (e.g. Lavasani, 2016)
 - total cost of ownership models, which mostly rely on vehicle costs, value of time and annual mileage (e.g. Wadud, 2017). This type of model could be enhanced by using results from surveys on willingness to pay for automation (e.g. Bansal and Kockelman, 2016).

Reliable scenarios for AVs costs are necessary in order to forecast the penetration of AVs.

For driverless vehicles scenarios, household motorization choice should also be considered in the context of shared vehicles.

Knowledge gaps and research needs

Results in impacts of AVs on travel demand are widely based on travel demand models and, mostly, activity based models. The road travel demand is expected to increase by 5% to 20 % in most studies for high penetration of high level automation of vehicles.

However, results highly depend on a few key variables:

- penetration rate of AVs;
- value of time;
- fuel cost, depending on energy efficiency and fuel type;
- capacity increase.

Further research is needed on household motorization choice and on autonomous vehicle choice in order to reliably and consistently forecast penetration rate and vehicle choice, accounting for households preferences for automation and heterogeneity in travel behavior.

Stated preference surveys could be used to further understand preferences for automation and to provide better understanding of value of time and comfort for automated vehicles drivers. However, a good understanding of automated vehicles and their implication on the driving environment would be required from surveys respondents in order to assess their preference for automation and changes in value of time. Since AVs (e.g. levels of automation, impacts on driving environment) are not well understood by the general public, this would entail for instance focus groups to explain AVs to respondents and eventually the use of high fidelity simulators in order to capture the effect of driving comfort or increased driving burden and stress for drivers of automated vehicles at low levels of automation and/or low levels of penetration of AVs.

References

- Auld, Sokolov, Stephens, 2016, Analysis of the impacts of AV technologies on travel demand
- Bansal, Kockelman, 2016, Forecasting Americans' Long-Term adoption of connected and autonomous vehicle technologies, Transportation Research Part A: Policy and Practice
- Bischoff, Joschka; Maciejewski, Michal (2016): Simulation of City-wide Replacement of Private Cars with Autonomous Taxis in Berlin. In *Procedia Computer Science* 83, pp. 237–244.
- Boesch, Patrick M.; Ciari, Francesco (Eds.) (2015): Agent-based simulation of autonomous cars: IEEE.
- Childress, C., P. S. R. Council, B. Nichols, B. Charlton, and S. Coe (2014) “Using an activity-based model to explore possible impacts of automated vehicles.”
- Cools, Rongy, Limbourg, 2017, Can Autonomous Vehicles reduce car Mobility ? Evidence from a stated adaptation experiment in Belgium
- Cyganski, Rita; Fraedrich, Eva; Lenz, Barbara (2015): Travel-Time Valuation for Automated Driving: A Use-Case-Driven Study. In Transportation Research Board (Ed.): TRB 94th Annual Meeting Compendium of Papers. Washington, D.C.
- Davidson and Spinoulas, 2015, Autonomous vehicles - what could this mean for the future of transport ?, AITPM 2015 National Conference
- Daziano, Mauricio Sarrias, and Benjamin Leard, 2017, Are Consumers Willing to Pay to Let Cars Drive for Them ? Analyzing Response to Autonomous Vehicles
- De Almeida Correia, van Arem, Solving the User Optimum Privately Owned Automated Vehicles Assignment Problem (UO-POAVAP): A model to explore the impacts of self-driving vehicles on urban mobility, Transportation Research Part B: Methodological, Volume 87, May 2016, Pages 64-88
- Fagnant, D. J. and K. M. Kockelman (2014) “The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios,” Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 40, pp. 1–13.
- Fagnant, Daniel J.; Kockelman, Kara M. (2014): The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. In Transportation Research Part C: Emerging Technologies 40, pp. 1–13.
- Gucwa, M. (2014) Mobility and Energy Impacts of Automated Cars. Presentation to the Automated Vehicles Symposium. Burlingame, CA.
- Heilig, Michael; Mallig, Nicolai; Schröder, Ole; Kagerbauer, Martin; Vortisch, Peter (2015): Multiple-day Agent-based Modeling Approach of Station-based and Free-floating Carsharing. In Transportation Research Board (Ed.): TRB 94th Annual Meeting Compendium of Papers. Washington, D.C.
- Institute for Mobility Research, IFMO, Autonomous driving – The Impact of Vehicle Automation on Mobility Behaviour, 2016
- ITF, Martinez, Luis M.; Correia, Gonçalo H. A.; Viegas, José M. (2015): An agent-based simulation model to assess the impacts of introducing a shared-taxi system: an application to Lisbon (Portugal). In *J. Adv. Transp.* 49 (3), pp. 475–495. DOI: 10.1002/atr.1283.
- Kockelman et al., FHWA/TX-17/0-6847-1, An Assessment of Autonomous Vehicles: Traffic Impacts and Infrastructure Needs—Final Report, March 2017

Krueger, Rashidi and Rose, 2016, Adoption of Shared Autonomous Vehicles – A Hybrid Choice Modeling Approach based on a Stated Choice Survey

Kyriakidis, R. Happee, J.C.F. de Winter, Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents, *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Volume 32, July 2015, Pages 127-140

LaMondia, J., D. Fagnant, H. Qu, J. Barrett, and K. Kockelman (2016) Long-Distance Travel Mode Shifts due to Automated Vehicles. *Proc's of the 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, D.C

Lavasani et al., 2015, Investigating the Willingness to Pay for Autonomous Vehicles and the Likelihood of Residential Relocation, , *Transportation Research Board 94th Annual Meeting*

Lavasani et al., 2017, Market Penetration Model for Autonomous Vehicles Based on Previous Technology Adoption Experiences

Lavieri et al., 2017, Modeling individual preferences for ownership and sharing of autonomous vehicle technologies

Levin, M. W. and S. D. Boyles (2015a) “Effects of autonomous vehicle ownership on trip, mode, and route choice,” in *Transportation Research Board 94th Annual Meeting*, no. 15-2147

Lima Azevedo et al., 2016, Microsimulation of Demand and Supply of Autonomous Mobility On-Demand, *TRB 2016*

Litman, T. (2015) “Autonomous vehicle implementation predictions: Implications for transport planning,” in *Transportation Research Board 94th Annual Meeting*, no. 15-3326.

MacKenzie, D., Z. Wadud, and P. Leiby (2014). A First-order estimate of Energy Impacts of Automated Vehicles in the United States. *TRB Paper No. 14-2193*, *Transportation Research Board 93rd Annual Meeting*. Washington, DC

Mallig, Nicolai; Kagerbauer, Martin; Vortisch, Peter (2013): *mobiTopp – A Modular Agent-based Travel Demand Modelling Framework*. In *Procedia Computer Science* 19, pp. 854–859. DOI: 10.1016/j.procs.2013.06.114.

Menon, Pinjari, Zhang, Zou, 2016, Consumer Perception and Intended Adoption of Autonomous Vehicle Technology – 1 Findings from a University Population Survey

Modeling the impact of automated driving – private autonomous vehicle scenarios – for Germany and the U.S. – 2016 European Transport Conference

Raphaël Lamotte, André de Palma, Nikolas Geroliminis, On the use of reservation-based autonomous vehicles for demand management, *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 99, May 2017, Pages 205-227

Shen, Wen; Lopes, Cristina (Eds.) (2015): *Managing autonomous mobility on demand systems for better passenger experience*: Springer.

Sivak, Michael, and Brandon Schoettle, “Would Self-Driving Vehicles Increase Occupant Productivity?,” *The University of Michigan, Transportation Research Institute*, 2016.

Spieser, Kevin; Treleaven, Kyle; Zhang, Rick; Frazzoli, Emilio; Morton, Daniel; Pavone, Marco (2014): Toward a systematic approach to the design and evaluation of automated mobility-on-demand systems: A case study in Singapore. In : *Road Vehicle Automation*: Springer, pp. 229–245.

Texas A&M Transportation Institute, Consumer Acceptance and Travel Behavior Impacts of Automated Vehicles – Final report, *PRC 15-49 F*, January 2016

Truong, De Gruyter, Currie, and Delbosc, 2017, Estimating the Trip Generation Impacts of Autonomous Vehicles on Car Travel in Victoria, Australia

U.S. Department of transportation, Connected Vehicle Impacts on Transportation Planning – Technical Memorandum #3 : Analysis of the Need for New and Enhanced Analysis Tools, Techniques, and Data – juin 2015

US EIA (Energy information Administration), 2017, Study of the potential energy consumption impacts of connected and automated vehicles, March 2017.

Underwood, S. E. (2014) Automated vehicles forecast vehicle symposium opinion survey. Presented at the Automated Vehicles Symposium 2014, San Francisco, CA

Stephens et al., Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles NREL/TP-5400-67216, National Renewable Energy Laboratory (Golden, Colorado, November 2016).

Wadud, MacKenzie, Leiby, Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 86, 2016, Pages 1-18

Wadud, Z (2017) Fully automated vehicles: A cost of ownership analysis to inform early adoption. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 101. pp. 163-176. ISSN 0965-8564

Weiss, Christine; Mallig, Nicolai; Heilig, Michael; Chlond, Bastian; Franke, Thomas; Schneidereit, Tina; Vortisch, Peter (2015): Assessing the Effects of a Growing Electric Vehicle Fleet Using a Microscopic Travel Demand Model. 14th International Conference on Travel Behaviour Research (IATBR). IATBR. London, 7/22/2015.

Winter, Cats, Martens, van Arem, 2016, A Stated Choice Experiment on Mode Choice in an Era of Free-Floating Carsharing 1 and Shared Autonomous Vehic

Zhang, Guhathakurta, Fang, 2015, Exploring the Impact of Shared Autonomous Vehicles on Urban Parking Demand : An Agent-based Simulation Approach

Annex 5.4.3: Literature Overview of Energy Impacts of connected and automated Vehicles

Mechanisms and general framework

The impacts of automated vehicles on energy mainly depend on two interdependent variables: road travel demand (based on road travel generalized costs and roadway efficiency), and vehicle efficiency (energy per mile travelled, depending on vehicles characteristics, traffic flow and driving behaviors). Automated vehicles could either have a positive or negative impact on vehicles energy consumption depending on changes in these variables. US EIA (2017), Wadud (2016) and Stephens et al. (2016) list and describe the underlying mechanisms:

- Effects reducing energy consumption:
 - Eco-driving;
 - Smoother traffic flow (increased roadway throughput and increased stability);
 - Platooning;
 - Vehicle lightweighting and right-sizing;
 - Powertrain electrification;
 - Priority shift to de-emphasize performance in exchange for vehicle comfort and productivity;
 - Reduced time spent locating parking;
 - Ride-sharing;
- Effects decreasing energy consumption:
 - Increased demand and induced increased traffic congestion;
 - Increased highway speeds;
 - Increased feature content (more productivity and comfort in vehicles).

Vehicle size and weight

Automated vehicles might change vehicle characteristic. First, vehicle size could be better adjusted to occupancy in shared vehicles scenarios. Wadud et al. (2016) estimated a higher bound for potential benefits of vehicles right sizing based on US National Households Travel Survey and comparing vehicle occupancy rate to vehicle size. This analysis lead to a maximum 45% reduction in fuel consumption.

Then, safety benefits and avoided crashes could lead to new safety regulations on vehicles and therefore a possible lightweighting of vehicles.

However, vehicle weight could increase from integrating additional comfort and entertainment features into the vehicle especially for higher levels of automation.

The impact of these potential effects has not yet been quantified (EIA, 2017).

Powertrain electrification

Electrification could be an efficient fuel for automated vehicles for two reasons.

First, as stated by EIA (2017), “Powertrain electrification and automated vehicles are viewed by many as mutually beneficial technologies. Hybrid- electric vehicles and full electric vehicles’ (EVs) precise power control is beneficial for implementing eco-driving approaches. EVs are typically configured for drive- and brake-by-wire, which are enabling systems for automated driving. Replacing mechanical linkages with these systems can reduce weight and introduce additional design options for vehicle manufacturers.”

Also, electric and automated vehicles might partly share the same market segment. Indeed, electric vehicles are most cost effective for high annual mileage, which would be also the case for automated vehicles especially in a shared autonomous vehicles scenario. Moreover, the perceived inconvenience of charging EVs could be reduced or eliminated by the vehicles autonomously driving to a charging station when not in use.

Effects of traffic flow and roadway efficiency on energy consumption

Although the level of impact depends on automated vehicles penetration and on traffic flow density, a better stability of traffic flows, increased throughput and better travel time reliability can be expected with automated vehicles. The induced reduction in congestion would decrease fuel consumption because low and irregular speed driving is very energy consuming.

On the other hand, an increase in highway traffic speed can be expected, especially with CACC, inducing higher fuel consumption for high speed roadways. Moreover, for low levels of penetration of automated vehicles, stability of traffic flows and throughput might decrease instead of increasing, and therefore induce an increase in energy consumption.

Platooning can help overcoming aerodynamic drag during highway driving. Wadud et al. (2016) estimated the effects of platooning on energy intensity by translating the reduction in aerodynamic drag achieved by platooning to fuel savings. They reported 20%–60% reduction in aerodynamic drag forces for LDVs from their platooning literature review and calculated the induced average fuel savings based on the share of highway travels per vehicle and on a hypothesis of 100% platooning on highways, providing a higher bound for platooning-related energy savings.

Impacts of platooning on energy consumption also depend on distance between vehicles, on the mix of vehicle types and on the size of the platoons, as shown by the literature review from Wadud et al. (2016).

Eco-driving

Eco-driving can have an important impact on fuel economy for automated vehicles if they are programmed to follow eco-driving best practices. Several recent studies have analyzed the effects of providing real-time “eco-coaching” to human drivers, indicating energy consumption improvements between 10% and 20%. These effects could be maintained in the long run with automated vehicles, unlike human eco-driving.

US EIA (2017) gives some examples of automated driving functionalities that could affect fuel economy through eco-driving: adaptive cruise control, V2I communication (e.g., coordination with traffic lights, instant notification of upcoming traffic incidents, and route optimization), and V2V communication (e.g., platooning).

Effects of demand on energy consumption

Automated driving might change travel demand and therefore energy consumption, especially in scenarios of high level automation, through various mechanisms:

- increased mobility for vehicles that do not require a driver's license, widening the perimeter of potential drivers (non-driver's, younger people, older adults, disabled people);
- new trips (induced travel demand),
- longer trips through changes in destination choice or itinerary choice;
- decreased demand due to reduced research for parking space in a shared vehicles scenario.

Summary and research needs

The effects listed above are both interdependent (therefore not additive) and uncertain. Total impact of autonomous vehicles on energy consumption can vary between + 200% and – 90% in 2050 as calculated by Morrow et al. (2014). Figure 1 shows results from disaggregated estimations in energy consumption variations due to automated vehicles by Wadud et al. (2016) and also illustrates its uncertainty and key variables. Two major effects are the modification of demand and vehicle lightweighting and right-sizing.

Changes in demand mostly depend on the modification in the perceived cost of travel, with major uncertainty on value of time and perceived comfort of automated vehicles, especially for low penetration rate of partially automated vehicles in transition phases. Mutual benefits and shared market segment of electrification and automation also need to be explored further.

Impacts of traffic flow (stability, throughput and platooning) on fuel consumption are also uncertain but their uncertainty is mainly due to the hypotheses on the effects of automated vehicles on traffic flows.

Vehicle lightweighting can happen if road safety is sufficiently improved but no study has been found that quantified these effects. Furthermore, safety benefits also heavily depend on automated vehicles market penetration.

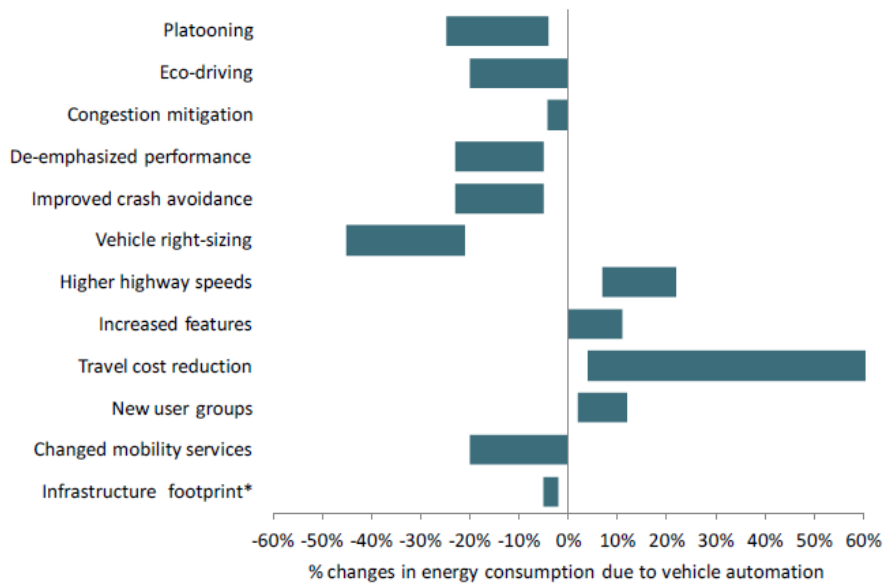


Figure 1: *Automated vehicle factors and their respective impacts on fuel consumption.* Source: Wadud et al. (2016)

References

- Alexander-Kearns, Myriam, Miranda Peterson, and Alison Cassady, “The Impact of Vehicle Automation on Carbon Emissions: Where Uncertainty Lies,” Center for American Progress, November 18, 2016.
- Bansal, Kockelman, 2016, Forecasting Americans’ Long-Term adoption of connected and autonomous vehicle technologies, Transportation Research Part A: Policy and Practice
- Brown, Austin, Jeffrey Gonder, and Brittany Repac, “An Analysis of Possible Energy Impacts of Automated Vehicle,” Road Vehicle Automation, Springer International Publishing (2014), pp. 137–153.
- Fagnant, Daniel J.; Kockelman, Kara M. (2014): The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. In Transportation Research Part C: Emerging Technologies 40, pp. 1–13.
- Kockelman et al., FHWA/TX-17/0-6847-1, An Assessment of Autonomous Vehicles: Traffic Impacts and Infrastructure Needs—Final Report, March 2017
- MacKenzie, D., Z. Wadud, and P. Leiby (2014). A First-order estimate of Energy Impacts of Automated Vehicles in the United States. TRB Paper No. 14-2193, Transportation Research Board 93rd Annual Meeting. Washington, DC
- Morrow et al., “Key Factors Influencing Autonomous Vehicles’ Energy and Environmental Outcome,” Road Vehicle Automation, (2014), pp. 127–135.
- Stephens et al., Estimated Bounds and Important Factors for Fuel Use and Consumer Costs of Connected and Automated Vehicles NREL/TP-5400-67216, National Renewable Energy Laboratory (Golden, Colorado, November 2016).

U.S. Energy Information Administration (EIA), Study of the Potential Energy Consumption Impacts of Connected and Automated Vehicles, March 2017

Wadud, Zia, Don MacKenzie, and Paul Leiby, "Help or Hindrance? The Travel, Energy and Carbon Impact of Highly Automated Vehicles," Transportation Research Part A, 86 (2016), pp. 1–18.

Annex 5.4.4: Users' Survey on Perceptions: Preliminary Considerations

Various studies and surveys have already addressed some aspects of users' perceptions, behaviors and determinants of acceptability of automated driving (cf. Annexes 5.5 and 5.6 thereafter), including in France and Germany.

These studies or surveys may be conducted with interviews (Internet or face-to-face), in focus groups. Some are attached to simulated or even real driving situations or experiences.

In short, these references address one or several of the following domains or view-points:

- General perception, acceptability, concerns and fears, either individual (e.g. privacy, responsibility, ability to control the vehicle) or societal (e.g. social inclusion, environment, ...);
- Knowledge of functionalities and operation domains ;
- Ability to handle specific functionalities in specific operation domains or circumstances ;
- Opinion on information's and training's adequation for specific functionalities ;
- Types of activities undertaken in various automation use cases or driving situations ;
- Perceived feeling of stress and/or value of time in various automation use cases or driving situations ;
- Declared impacts on mobility patterns (modal choice, location, destination choice, car ownership, car-sharing) ;
- Willingness to pay.

As a priority for public policies, all the above domains or view points have an interest. It might be useful to identify priorities for a Franco-German approach to perceptions and acceptability by selecting three possible focuses:

- i. Initiate a regular (e.g. annual) survey on the general population on :
 - a. knowledge of functionalities and operation domains ;
 - b. perception and concerns related to ability to control the vehicle handle functionalities in specific operation domains or circumstances
 - c. expectations on information's and training's;
- ii. Conduct an initial survey or interviews on a selected "front runners population" on perceived feeling of stress and/or value of time in various automation use cases or driving situations ;
- iii. Conduct an initial survey on the general population on declared envisaged impacts on personal mobility patterns (modal choice, location, destination choice, car ownership, car-sharing).

Annex 5.4.5 Main factors of acceptability: Overview of Literature

Aperçu bibliographique des travaux sur l'acceptabilité du véhicule automatisé

Synthèse

Les éléments de la présente synthèse reposent principalement sur des sondages couplés à des analyses tantôt qualitatives, tantôt quantitatives.

L'attitude face au changement que peut provoquer l'apparition du véhicule automatisé est principalement liée à trois perceptions des personnes interrogées :

- La plupart des personnes interrogées considèrent être de bons conducteurs, en opposition aux gains de sécurité que pourrait apporter l'autonomisation des véhicules
- La peur de n'avoir aucun contrôle sur le véhicule lors de déplacements
- Un défaut de familiarisation avec les technologies de délégation de conduite voire une absence complète de connaissance à ce sujet

La bibliographie étudiée ici tend à montrer que l'acceptabilité pourra progresser par l'appropriation d'un groupe d'utilisateurs « cibles » (majoritairement jeunes, de sexe masculin et habitués aux nouvelles technologies équipant déjà les véhicules semi-autonomes¹). Cette appropriation pourra rendre visible le véhicule autonome et permettra ainsi sa diffusion plus largement par « effet de réseau de notoriété » dans la société.

• Rappels de définitions

L'acceptabilité peut se définir comme l'ensemble des conditions qui rendent un concept ou un objet acceptable. Elle repose sur la satisfaction des besoins des parties-prenantes selon l'usage proposé tout en considérant la volonté de l'individu d'utiliser l'objet ou le concept évalué².

L'inquiétude que peut susciter le véhicule autonome peut d'abord s'expliquer par une mauvaise appropriation des définitions. En effet, le véhicule autonome se distingue de différentes façons selon le degré de délégation de conduite qui lui est accordé. Répartie en 5 niveaux par la SAE³, cette nomenclature est croissante vers l'autonomisation du véhicule. Elle attribue à partir des fonctionnalités qu'elle délègue un niveau précis. À chaque nouveau niveau d'autonomisation correspond un nouveau transfert de compétences que le conducteur abandonne de façon progressive.

1 Par semi-autonome sont considérés ici les véhicules équipés du freinage automatique d'urgence, le radar de régulation de distance, l'AFIL (Alerte de franchissement involontaire de ligne) et le *valet parking*.

2 Nordhoff, S., van Arem, B., & Happee, R. (2016). A Conceptual Model to Explain, Predict, and Improve 2 User Acceptance of Driverless Vehicles 3. In *Transportation Research Board 95th Annual Meeting* (No. 16-5526).

3 SAE International (2014)

L'intérêt de considérer l'acceptabilité relativement aux différents niveaux d'automatisation réside principalement dans la différence entre les niveaux 3 et 4 d'une part et le niveau 5 d'autre part où la délégation de conduite se fait alors intégralement. Le conducteur n'a plus aucun contrôle sur le véhicule et devient un simple passager. L'acceptabilité apparaît alors beaucoup plus difficile à atteindre.

- **Éléments de cadrage sur l'acceptabilité**

Notoriété

Cette partie se propose de fournir quelques éléments issus de la bibliographie sur la notoriété et les impacts perçus du véhicule automatisé. Il est intéressant tout d'abord d'observer que l'intérêt pour ce dernier ne cesse de croître. On compte par exemple un nombre de discussions en ligne associées à cette technologie qui double chaque année depuis 2010⁴.

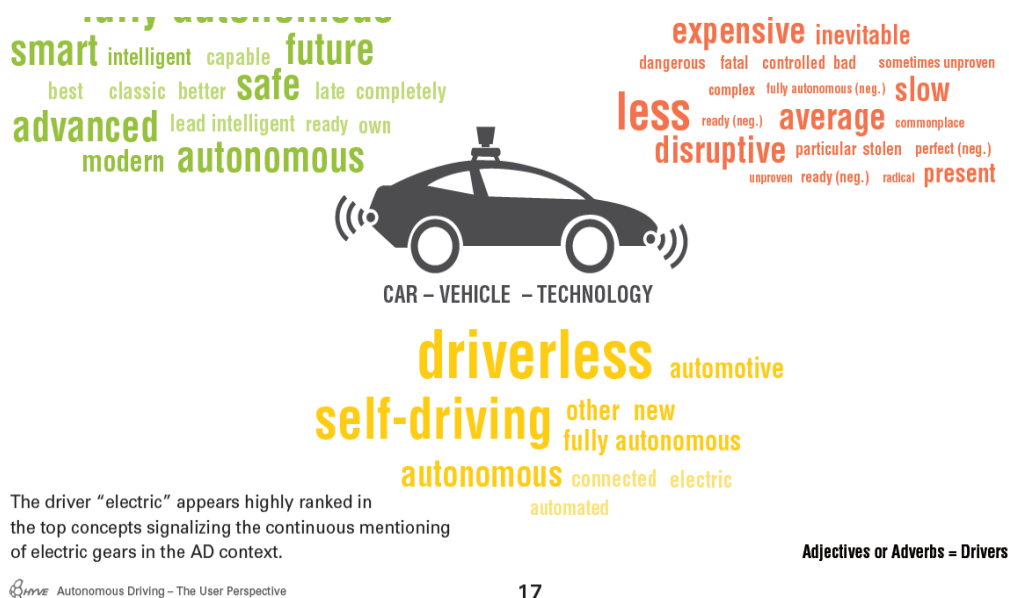


Illustration 1: Les adjectifs et adverbes les plus utilisés dans les discussions en ligne. Source : HYVE, 2015

Perception d'ensemble

Les nuages de mots utilisés dans les réseaux sociaux révèlent comment est perçu le véhicule automatisé par les usagers. Avec « complètement autonome », « intelligent », « sûr » ou « moderne » pour la dimension positive, ces adjectifs sont en opposition avec « moyen », « inévitable » ou « dangereux ». Cependant, cette étude récoltant 106305 messages issus de réseaux sociaux, montre que le véhicule automatisé est globalement plus attendu qu'appréhendé. En effet, malgré une perception négative que relèvent les questionnaires

d'opinion, le laboratoire Hyve a constaté que les discussions positives sur le véhicule automatisé sont deux fois plus nombreuses que les discussions négatives. Cependant, encore beaucoup ne savent pas exactement à quoi le véhicule automatisé correspond⁵, environ 6 personnes sur 10 ne savent que très peu de choses à son propos, voire n'en savent rien.

De ce manque d'informations semble résulter depuis 2013 une perception globalement négative des véhicules automatisés⁶. Encore aujourd'hui, le véhicule autonome souffre d'une mauvaise réputation (Parkin et al., 2016).

5 Kelley Blue Book. (2016). Future Autonomous Vehicle Driver Study

6 Parkin, J., Clark, B., Clayton, W., Ricci, M. and Parkhurst, G. (2016) Understanding interactions between autonomous vehicles and other road users: A Literature Review.

◦ **Modèle conceptuel de l'acceptabilité**

Le schéma ci-dessous (Nordhoff et al., 2016) présente une vision articulée des différentes composantes de l'acceptabilité, et des différents facteurs qui peuvent les influencer.

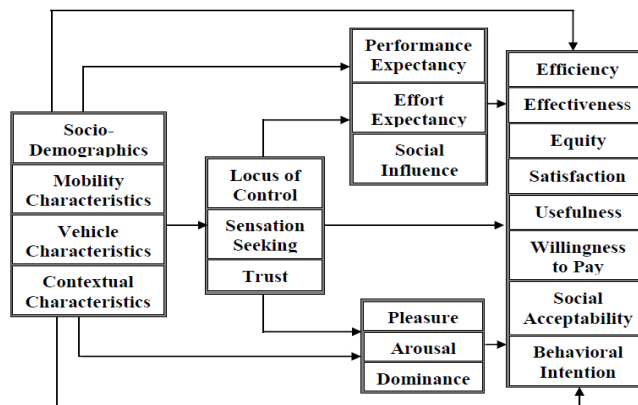


Illustration 2: Modèle de l'acceptabilité Source : (Nordhoff et al., 2016)

Ce modèle conceptuel visant à distinguer quels facteurs influent sur l'acceptabilité a été construit en identifiant les thèmes récurrents dans de nombreuses publications. Il s'appuie notamment sur la liaison de deux modèles : le modèle PAD pour Plaisir, Activation et Dominance de Mehrabian et Russell (1974)⁷ et l'*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (UTAUT, Venkatesh et al., 2010)⁸, deux modèles caractérisant notamment l'influence de produits innovants sur l'émotion des utilisateurs⁹.

Composé de 5 blocs avec diverses briques, il présente :

- Les variables externes à gauche (socio-démographiques, caractéristiques de la mobilité, caractéristiques du véhicule, contextuelles)
- Les variables psychologiques (le locus de contrôle, la recherche de sensation et la confiance)
- Les variables du modèle UTAUT (l'attente de la performance, l'attente d'effort, l'influence sociale)
- Les variables du modèle PAD (le plaisir, l'activation et la dominance)
- La construction de l'acceptabilité (l'efficacité, l'efficience, l'équité, la satisfaction, l'utilité, la propension à payer, l'acceptabilité sociale, l'intention)

⁷ Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. the MIT Press.

⁸ Venkatesh, V., & Zhang, X. (2010). Unified theory of acceptance and use of technology: US vs. China. *Journal of Global Information Technology Management*, 13(1), 5-27.

⁹ Dupré, D. (2016). *L'influence de produits innovants sur l'émotion des utilisateurs: une approche multi-composentielle* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes).

Ces variables ne sont pas isolées les unes des autres. Elles s'influencent mutuellement de façon positive ou négative, le bloc de droite correspondant aux éléments constitutifs de l'acceptabilité.

Ce modèle peut être utilisé pour cartographier la bibliographie en fonction des différents composantes et facteurs déterminant l'acceptabilité.

- **Déterminants externes d'acceptabilité**

Variables socio-démographiques

Les variables socio-démographiques telles que l'âge, le genre ou encore le lieu de résidence peuvent influencer l'acceptabilité de l'individu. De nombreuses études s'accordent pour dire que les hommes sont plus intéressés que les femmes par les véhicules automatisés (Parkin et al., 2016) avec une part plus importante de personnes inquiètes chez les femmes (81%) que chez les hommes (67%)¹⁰.

Par ailleurs, il est important de noter que plus de 50% des adultes les plus âgés apprécient l'aide à la conduite mais sont beaucoup plus réfractaires que les jeunes à l'automatisation des véhicules¹¹. C'est particulièrement vrai pour la génération des enfants du baby-boom (82%) qui est plus effrayée que les générations plus jeunes (69%) (AAA, 2016). Ceci pose un réel problème dans la mesure où la conduite autonome est un défi principalement pour les personnes les plus âgées alors qu'elles devraient en être les premières bénéficiaires (Abraham et al., 2016). De même, les générations les plus jeunes (jeunes générations Z, soit entre 12 et 15 ans) sont celles qui présentent le plus d'intérêt pour le véhicule automatisé. 38 % d'entre eux trouvent que le niveau 5 est le plus attrayant alors que c'est le cas pour seulement 15 % de toutes les autres générations confondues (Kelley Blue Book, 2016).

Aussi, les personnes résidant dans des zones urbaines attribuent plus d'importance aux technologies de délégation de conduite que ceux habitant dans un environnement plus rural¹². De même, les véhicules automatisés semblent plus facilement adoptés dans les marchés émergents (Parkin et al., 2016).

En résumé, le véhicule automatisé pourra plus facilement être accepté par des hommes, jeunes, dans un environnement urbanisé et dynamique.

Habitudes de mobilité

Il est admis que les habitudes de mobilité actuelles des usagers vont influencer leur acceptabilité au véhicule automatisé (Nordhoff et al., 2016). En effet, un des arguments

10 AAA Automotive Engineering. (2016). Fact Sheet : Vehicle Technology Survey

11 Abraham, H., Lee, C., Brady, S., Fitzgerald, C., Mehler, B., Reimer, B., & Coughlin, J. F. (2016). Autonomous Vehicles, Trust, and Driving Alternatives: A survey of consumer preferences.

12 Missel, J. (2014). Ipsos MORI Loyalty automotive survey.

majeurs de promotion du véhicule automatisé est le gain de temps. Avec près de 50 minutes en moyenne pour un trajet domicile-travail en France¹³, le véhicule automatisé pourrait permettre de gagner un temps précieux. Cependant, le temps ne serait pas nécessairement libéré à des fins de productivité (Parkin et al., 2016). En effet, de la même façon que dans les transports en commun, les usagers auront majoritairement tendance à aller sur internet et lire leurs e-mails (HYVE, 2015). Néanmoins, l'argument de l'augmentation de la productivité du temps de conduite a un effet positif sur l'acceptabilité (Nordhoff et al., 2016). Par ailleurs, les conducteurs qui parcourent le plus de kilomètres¹⁴ et ceux qui résident le plus loin de leur lieu de travail¹⁵ sont les plus disposés à investir dans l'achat d'un véhicule automatisé.

Pour conclure, le gain de temps de trajet, par le gain de productivité, est un argument en faveur de l'augmentation de l'acceptabilité du véhicule automatisé, surtout si l'utilisateur réside loin de son lieu de travail et voyage régulièrement.

- **Variables et leviers de perception ou psychologiques**

Caractéristiques du véhicule

Il apparaît comme communément admis que plus le degré d'automatisation du véhicule est important, plus l'acceptabilité diminue. C'est pourquoi, dans plus de 90 % des cas, les usagers préféreraient que les véhicules autonomes soient équipés de pédales et d'un volant (Schoettle et al., 2016). Relativement à la nomenclature SAE, cela se traduit par un refus du niveau 5. Le niveau 4 reste favori, car il combine à la fois délégation totale et contrôle du véhicule (Kelley Blue Book, 2016).

La suppression des commandes de contrôle du véhicule peut limiter l'acceptabilité. Un véhicule automatisé présentant les mêmes fonctions qu'un véhicule conventionnel sera plus facilement adopté par les usagers.

Impacts de sécurité routière

Dans l'attente du déploiement du véhicule automatisé, les conducteurs d'un véhicule semi-autonome évaluent déjà comme positifs les systèmes d'aide à la conduite et tout particulièrement les dispositifs d'évitement de collision dans des situations d'urgence (dont seront équipés les véhicules automatisés).¹⁶

La majorité des personnes interrogées s'accordent sur l'idée que les technologies du véhicule automatisé doivent en premier lieu améliorer le confort, la sécurité et la confiance en voiture.

13 Source : DARES (Direction de l'Animation de la Recherche, des Etudes et des Statistiques)

14 Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. (2015). Public opinion on automated driving: results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 32, 127-140.

15 Bansal, P., Kockelman, K. M., & Singh, A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: an Austin perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 1-14.

16 Itoh, M., Horikome, T., & Inagaki, T. (2013). Effectiveness and driver acceptance of a semi-autonomous forward obstacle collision avoidance system. *Applied ergonomics*, 44(5), 756-763.

Si ces conditions sont remplies, l'acceptabilité sociale s'en retrouvera renforcée (Litman, 2017).

Impacts environnementaux

L'autonomisation de l'automobile propose des améliorations en termes de consommation de carburant et de gains de temps. Si ces affirmations ne sont pas encore quantifiées, elles prennent une place importante dans l'imaginaire collectif des usagers. En effet, dans une étude effectuée en 2013¹⁷, 78,6 % des personnes interrogées considèrent que le véhicule automatisé est plus efficace en termes d'efficacité énergétique et de gain de temps qu'un véhicule conventionnel.

Équité et inclusion sociale

Le véhicule automatisé ne se limitera pas à supplanter le véhicule conventionnel, mais à couvrir des besoins de mobilité importants jusqu'alors impossible pour les personnes en situation de handicap, les mineurs et certains seniors. Le véhicule automatisé vient apporter une solution à ces populations marginalisées restreintes en termes de mobilité.

Propension à payer

La propension à payer d'un utilisateur constitue un indicateur d'acceptabilité (Kelley Blue Book, 2016). En effet, un engagement financier vis-à-vis des technologies de délégation de conduite traduit non seulement un intérêt mais aussi une confiance dans la satisfaction des services rendus. La population la plus encline à investir dans des technologies de véhicule automatisés sont principalement des hommes, dont le salaire se situe au-dessus de la moyenne, qui conduisent beaucoup et qui sont familiers avec le radar de régulation de distance. Ces derniers préféreraient investir dans un véhicule à autonomie complète plutôt que partielle (Kyriakidis, 2015).

Selon une étude¹⁸, équiper son véhicule de technologies de délégation de conduite aurait un coût dégressif avec le temps. Cela ajouterait au prix initial un coût de 7000 \$ à 10 000 \$ en 2025, puis environ 5000 \$ en 2030 et finalement environ 3000 \$ en 2035. Par ailleurs, une étude plus récente¹⁹ a montré qu'en moyenne un ménage américain est prêt à payer environ 3500 \$ pour l'automatisation partielle de son véhicule et environ 4900 \$ pour l'automatisation totale. De plus, cette étude montre que les personnes interrogées se distinguent principalement en deux groupes distincts : une part importante prête à payer 10 000 \$ pour l'automatisation complète du véhicule opposée à ceux qui ne sont pas prêts à payer un centime pour cette

17 Casley, S. V., Jardim, A. S., & Quartulli, A. M. (2013). A study of public acceptance of autonomous cars. *Worcester Polytechnic Institute, Bachelor Thesis*.

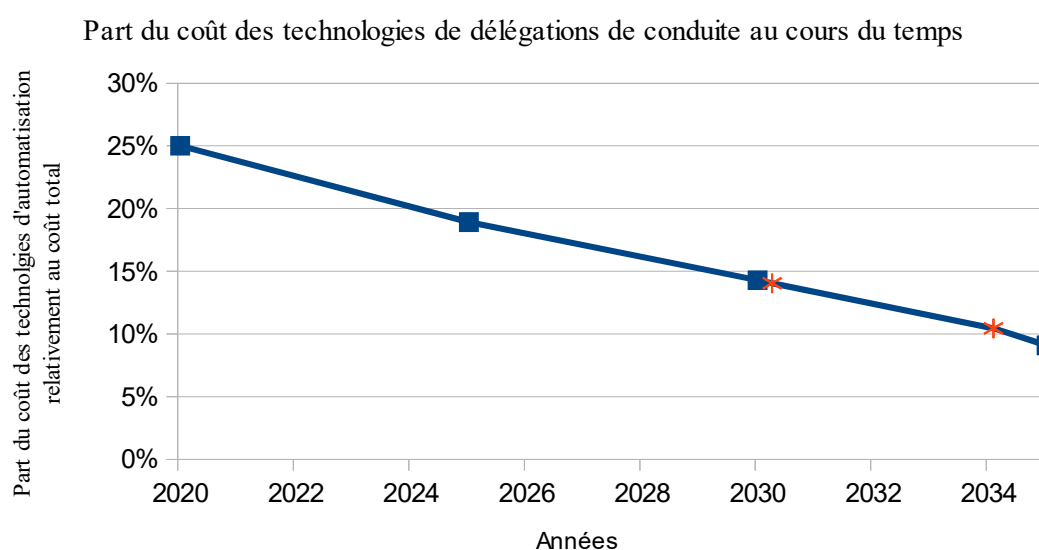
18 Automotive, I. H. S. (2014). Emerging Technologies: Autonomous Cars-Not If, But When. *IHS Automotive study*

19 Daziano, R. A., Sarrias, M., & Leard, B. (2016). Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles.

technologie. Finalement, d'après la *National automobile Dealers Association*, un Américain moyen dépenserait environ 30 000 \$ pour une nouvelle voiture. En s'appuyant sur ces chiffres, les technologies d'automatisation représenteraient donc près d'un quart du prix d'achat du véhicule en 2020 puis environ 19 % en 2025 et enfin moins de 10% en 2035 (voir graphique 1).

Les individus ayant les moyens de s'acheter un véhicule de luxe pourront bénéficier des technologies de délégation de conduite rapidement alors que les autres devront patienter au moins jusqu'en 2030.

Graphique 1 : Évolution de la part des technologies de délégation de conduite dans le coût total du véhicule



Locus de contrôle

Le locus de contrôle ou lieu de maîtrise caractérise « la tendance que les individus ont à considérer que les événements qui les affectent sont le résultat de leurs actions ou, au contraire, qu'ils sont le fait de facteurs externes sur lesquels ils n'ont que peu d'influence, par exemple la chance, le hasard, les autres, les institutions ou l'État »²⁰. Une personne qui reconnaît être le premier (respectivement dernier) responsable de son sort a un locus de contrôle dit interne (respectivement externe). Un individu avec un locus de contrôle interne aura d'avantage tendance à se faire confiance et ne pas déléguer la conduite. À l'inverse, un individu avec un locus de contrôle externe aura plutôt tendance à utiliser les systèmes d'aide à la conduite (Nordhoff et al., 2016). Pour preuve, le refus de déléguer la conduite est une conséquence du sentiment de l'usager d'être un bon conducteur (pour 88,2% des individus interrogés), de l'amour de la conduire (75,7%) et d'une circonspection importante devant l'apparition de nouvelles technologies (79,3%)²¹. Ce repli face à l'innovation s'explique en

20 Larose, F., Terrisse, B., Lefebvre, M.L., & Grenon, V., *L'évaluation des facteurs de risque et de protection chez les enfants de maternelle et du premier cycle de l'enseignement primaire: l'échelle des compétences éducatives parentales*, Revue internationale de l'éducation familiale. Recherche et interventions, 2002, 4(2), p. 5

21 Schoettle, B., & Sivak, M. (2016). *Motorists' Preferences for Different Levels of Vehicle Automation: 2016*. University of Michigan Sustainable Worldwide Transportation.

partie par le fait que pour bénéficier de l'amélioration de la sécurité (proposée par le véhicule automatisé), les consommateurs doivent abandonner le contrôle de leur véhicule (Kelley Blue Book, 2016).

En laissant la possibilité aux usagers de reprendre le contrôle de leur véhicule (avec simplement un volant et des pédales), les personnes présentant un locus de contrôle interne risquent d'être moins réfractaires à l'utilisation d'un véhicule automatisé.

Recherche de sensation

Les conducteurs qui prennent le risque de conduire à vive allure, intoxiqués ou de manière violente n'auront probablement pas tendance à déléguer la conduite dans la mesure où le choix de conduire dangereusement peut révéler une recherche de sensations fortes que l'automobiliste ne pourra pas retrouver en conduite autonome (Nordhoff et al., 2016). Par ailleurs, l'inattention au volant couplée aux gains de sécurité annoncés peut amener des externalités négatives chez les usagers comme l'*offsetting behavior* et le *risk compensation* (qui peuvent être compris comme l'adaptation du comportement devant un risque moindre provoquant une augmentation de prise de risques)²². Ce faisant, les utilisateurs des véhicules autonomes auront tendance à ne plus mettre leur ceinture de sécurité et être moins vigilants augmentant le risque d'accidents pour les piétons et les cyclistes. Les usagers de ces modes seront par conséquent désavantagés et leur acceptabilité au véhicule automatisé pourrait s'en trouver réduite²³.

Confiance

Une étude fournie par AAA Automotive Engineering montre que 3/4 des Américains sont effrayés à l'idée d'être transportés dans des véhicules automatisés (AAA, 2016). Même si les consommateurs sont conscients des améliorations en termes de sécurité, ils restent malgré tout en majorité réfractaires (Parkin et al., 2016). Lorsqu'est posée la question de l'achat d'un véhicule autonome, 1/3 des personnes interrogées déclarent qu'ils n'achèteront pas de véhicule autonome (Kelley Blue Book, 2016). Ce choix s'explique par une méfiance vis-à-vis de ce mode de transport (Parkin et al., 2016) avec seulement 1/5 des Américains ayant confiance envers les véhicules automatisés. Ce scepticisme s'explique notamment par le fait que les conducteurs ne désirant pas de véhicule semi-autonome considèrent (à hauteur de 84%) avoir plus confiance envers leur conduite qu'envers les technologies.

L'acceptabilité relative à la sécurité des données personnelles peut être compromise par la peur de l'utilisateur d'être suivi. Néanmoins, il est utile de rappeler que ces problématiques sont les mêmes que pour l'usage d'internet, de la téléphonie mobile ou encore du paiement électronique. Aussi, l'expérience a montré que cela n'entravait que très faiblement le déploiement des technologies connectées²⁴. Une autre difficulté à surmonter pour assurer

22 Ecenbarger, W. (2009). Buckle Up Your Seatbelt and Behave, *Smithsonian Magazine*

23 Litman, T. (2017). Autonomous vehicle implementation predictions. *Victoria Transport Policy Institute*, 28.

24 Hubaux, J. P., Capkun, S., & Luo, J. (2004). The security and privacy of smart vehicles. *IEEE Security & Privacy*, 2(3), 49-55.

l'acceptabilité du véhicule automatisé serait d'assurer que le système embarqué ne soit pas piratable à distance.

Efficiencia de conduita asistida ou semi-autónoma

L'expérience ou la familiarité avec les technologies de délégation de conduite peut influencer sur l'acceptabilité aux véhicules automatisés. Peu de personnes ont déjà conduit un véhicule autonome (SAE 4-5) et ont donc seulement une vague idée d'un trajet dans ce type de véhicule (Nordhoff et al., 2016).

En effet, une personne sur deux déclare être mal informé au sujet des véhicules automatisés (AAA, 2016). En outre, les détenteurs d'un véhicule semi-autonome ont plus confiance dans les technologies d'autonomisation que les autres (AAA, 2016). Plus concrètement, on observe que 48 % des détenteurs d'un véhicule automatisé de niveau 2 ou plus sont beaucoup plus enclins à faire l'acquisition d'un véhicule autonome de niveau 5 en comparaison avec les conducteurs de véhicules conventionnels (seulement 11%) (Kelley Blue Book, 2016). Par exemple, les usagers utilisant déjà le radar de régulation de distance sont plus motivés par l'acquisition d'un véhicule automatisé que les autres. L'exposition aux nouvelles technologies semble donc modifier l'acceptabilité, et dans ce cas précis, l'améliorer (Kyriakidis et al., 2015).

Les détenteurs de véhicules semi-autonomes les plus satisfaits des technologies d'automatisation de conduite ont une plus grande confiance dans les grands groupes de constructeurs automobiles et sont enclins à payer plus pour équiper leur véhicule de nouvelles technologie de délégation de conduite (Abraham et al., 2016).

Familiariser les usagers le plus tôt possible avec les technologies d'autonomisation, notamment en équipant de plus en plus des véhicules conventionnels avec l'AFIL par exemple, va permettre d'améliorer grandement l'acceptabilité du véhicule automatisé.

Attentes de performance

S'il est clairement admis que l'amélioration de la sécurité est un facteur clé dans l'acceptabilité (Parkin et al., 2016), ce sont les technologies qui constituent le véhicule automatisé qui influencent en priorité le choix des usagers. Dans le cas des véhicules semi-autonomes elles sont, par ordre d'intérêt : l'AFIL (52%), le radar de régulation de distance (47%), le freinage automatique d'urgence (44%) et le *valet parking* (36%) (AAA, 2016). La preuve des bénéfices de l'automatisation des véhicules doit se faire dans un premier temps par l'implantation progressive de technologies d'autonomisation sur des véhicules perçus aujourd'hui comme conventionnels.

Efforts à fournir pour l'utilisation

La simplification de la conduite par son autonomisation pourrait permettre, si elle est ergonomique, d'améliorer l'acceptabilité (Nordhoff et al., 2016). À l'inverse, le fait de ne pas savoir utiliser correctement son véhicule peut entraver l'acceptabilité (Kyriakidis et al., 2015). L'acceptabilité peut donc être améliorée en faisant la démonstration de la simplicité d'utilisation du véhicule automatisé. L'ajout de nouvelles fonctionnalités ne doit pas venir complexifier les déplacements en voiture.

Influence sociale

La peur de l'inconnu qui accompagne le véhicule automatisé, comme tout objet innovant, peut être en partie évitée si son bon fonctionnement est exposé par des pairs. En effet, 50 % des personnes interrogées ont déclaré s'enquérir plus facilement d'un véhicule automatisé si leur famille, amis ou voisins en font l'acquisition auparavant (Bansal et al., 2016). La diffusion du véhicule automatisé doit d'abord se faire de façon ponctuelle chez quelques individus en permettant d'apporter un regard de proximité et de confiance aux personnes qui ne sont pas encore convaincues.

Plaisir

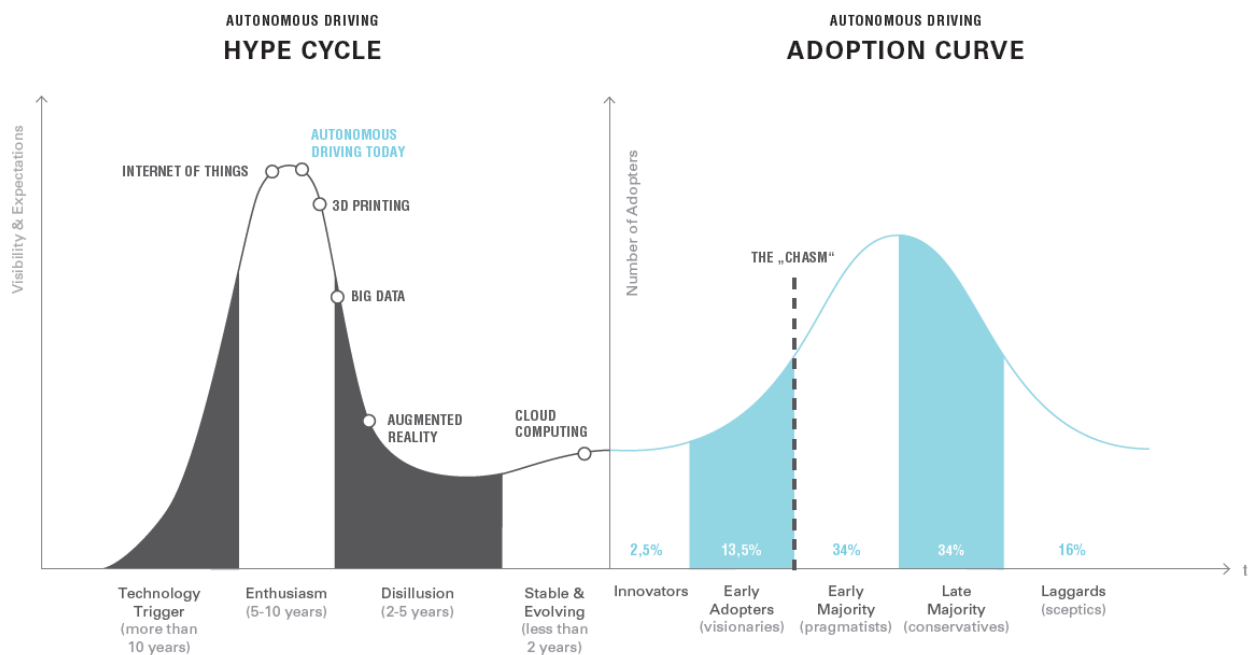
Tout d'abord, la conduite manuelle est plus perçue comme plus agréable qu'un trajet en véhicule autonome (Kyriakidis et al., 2015). En effet, en inhibant la liberté de déplacement, l'autonomisation de la conduite restreint aussi le plaisir de conduire²⁵.

Si l'autonomisation de la conduite supprime le plaisir de conduire, d'autres activités peuvent néanmoins venir la remplacer. En réaménageant l'habitacle de l'automobile, sans considérer la conduite à assurer, le véhicule automatisé peut alors devenir un objet social connecté, un bureau mobile ou plus simplement un espace de détente le temps d'un trajet (Nordhoff et al., 2016). Redéfinir l'intérieur du véhicule pour d'autres usages plus plaisants que la conduite peut contribuer à améliorer l'acceptabilité.

Activation

Bien qu'elle soit moins agréable que la conduite manuelle, la conduite autonome reste néanmoins fascinante (Kyriakidis et al., 2015). Le véhicule automatisé commence à être de plus en plus connu du grand public. Tandis que sa mise en circulation progresse, il reste encore à donner l'envie aux futurs usagers de se l'approprier. Comme de nombreux objets innovants, le véhicule autonome surprend en modifiant les usages, c'est le facteur « wow » (Nordhoff et al., 2016).

25 Bjørner, T. (2015). A Priori User Acceptance and the Perceived Driving Pleasure in Semi-Autonomous and Autonomous Vehicles. In *European Transport Conference 2015*.



Source: Adapted figure based on Gartner's Hype Cycle (Gartner, August 2015) and Rogers Diffusion Curve.

Illustration 3: Adaptée du cycle de Hype de Gartner et du cycle de diffusion de l'innovation de Rogers. Source : Gartner, 2015.

Le graphe ci-dessus représente la concaténation du cycle de Hype et du cycle de diffusion de l'innovation. Le premier est une représentation des technologies "à la mode" ou en développement à un moment historique donné qui passe par différentes étapes successives. D'abord l'apparition de la technologie, puis un pic d'intérêt portée par des attentes exagérées, ensuite un retour à la réalité avec l'émergence de désillusions qui seront confirmées ou infirmées par la suite pour finalement aboutir à la mise en circulation du produit considéré. La partie droite du graphe correspond au cycle de diffusion de l'innovation qui décrit comment une innovation va s'implanter dans la société et par quels groupes elle va transiter avant de s'imposer plus largement.

Comme le montre le graphe, le véhicule automatisé suscite actuellement de l'enthousiasme mais pourrait faire face à une période de désillusion par la suite qui pourrait détériorer l'acceptabilité. Il faut donc profiter de cette excitation chez les usagers pour favoriser l'acceptabilité et permettre ainsi l'adoption par le grand public (HYVE, 2015).

Dominance

Dans la mesure où la conduite automatisée suggère une délégation partielle à totale de conduite, l'utilisateur n'aura un contrôle que limité sur son véhicule. Ce contrôle se traduit par le choix d'une destination et, si le véhicule le permet, une reprise des commandes, un arrêt ou un changement de direction. Cette dominance est liée à la confiance, notamment dans l'hypothèse d'accidents (Nordhoff et al., 2016). En effet, la confiance en soi peut être altérée par une intoxication volontaire ou involontaire (alcool, drogues, médicaments) augmentant le risque d'accident. Dans cette situation, 71 % des usagers trouvent le mode autonome

intéressant et attestent d'une plus grande confiance envers le système d'intelligence embarquée que leur propre conduite (Kyriakidis et al., 2015).

Bibliographie :

- AAA Automotive Engineering. (2016). Fact Sheet : Vehicle Technology Survey
- Abraham, H., Lee, C., Brady, S., Fitzgerald, C., Mehler, B., Reimer, B., & Coughlin, J. F. (2016). Autonomous Vehicles, Trust, and Driving Alternatives: A survey of consumer preferences.
- Automotive, I. H. S. (2014). Emerging Technologies: Autonomous Cars-Not If, But When. *IHS Automotive study*
- Bansal, P., Kockelman, K. M., & Singh, A. (2016). Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: an Austin perspective. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 67, 1-14.
- Bjørner, T. (2015). A Priori User Acceptance and the Perceived Driving Pleasure in Semi-Autonomous and Autonomous Vehicles. In *European Transport Conference 2015*.
- Casley, S. V., Jardim, A. S., & Quartulli, A. M. (2013). A study of public acceptance of autonomous cars. *Worcester Polytechnic Institute, Bachelor Thesis*.
- Daziano, R. A., Sarrias, M., & Leard, B. (2016). Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles.
- Dupré, D. (2016). *L'influence de produits innovants sur l'émotion des utilisateurs: une approche multi-componentielle* (Doctoral dissertation, Université Grenoble Alpes)
- Ecenbarger, W. (2009). Buckle Up Your Seatbelt and Behave, *Smithsonian Magazine*
- Hevelke, A., & Nida-Rümelin, J. (2015). Responsibility for crashes of autonomous vehicles: an ethical analysis. *Science and engineering ethics*, 21(3), 619-630.
- Hubaux, J. P., Capkun, S., & Luo, J. (2004). The security and privacy of smart vehicles. *IEEE Security & Privacy*, 2(3), 49-55.
- HYVE Science Labs. (2015). Autonomous Driving—The User Perspective
- Itoh, M., Horikome, T., & Inagaki, T. (2013). Effectiveness and driver acceptance of a semi-autonomous forward obstacle collision avoidance system. *Applied ergonomics*, 44(5), 756-763.
- Kelley Blue Book. (2016). Future Autonomous Vehicle Driver Study
- Kyriakidis, M., Happee, R., & de Winter, J. C. (2015). Public opinion on automated driving: results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 32, 127-140.
- Larose, F., Terrisse, B., Lefebvre, M.L., & Grenon, V., *L'évaluation des facteurs de risque et de protection chez les enfants de maternelle et du premier cycle de l'enseignement primaire: l'échelle des compétences éducatives parentales*, Revue internationale de l'éducation familiale. Recherche et interventions, 2002, 4(2), p. 5
- Litman, T. (2017). Autonomous Vehicle Implementation Predictions, Implications for Transport Planning, *Victoria Transport Policy*
- Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. MIT Press.
- Missel, J. (2014). Ipsos MORI Loyalty automotive survey.
- Nordhoff, S., van Arem, B., & Happee, R. (2016). A Conceptual Model to Explain, Predict, and Improve 2 User Acceptance of Driverless Vehicles 3. In *Transportation Research Board 95th Annual Meeting* (No. 16-5526).
- Parkin, J., Clark, B., Clayton, W., Ricci, M. and Parkhurst, G. (2016) Understanding interactions between autonomous vehicles and other road users: A Literature Review.
- Schoettle, B., & Sivak, M. (2016). Motorists' Preferences for Different Levels of Vehicle Automation: 2016. *University of Michigan Sustainable Worldwide Transportation*.

- Venkatesh, V., & Zhang, X. (2010). Unified theory of acceptance and use of technology: US vs. China. *Journal of Global Information Technology Management*, 13(1), 5-27.

Annex 5.5: Challenges to Data Access and Use

Background and objectives

The DE-FR-LU Digital Test Bed offers the ideal platform for operational real-life assessment of the technical challenges, legal/liability issues, economic implications and administrative hurdles linked to the various models for access to and use of cooperative, connected and automated mobility (CCAM) data. In order to implement specific functionalities and use-cases in this multilateral environment, the abstract models laid out by various associations, expert groups, working parties, etc. will need to be prototyped via tangible pre-commercial setups. In turn, those will serve as a precedent and provide comprehensive input for the ongoing discussions at both EU and international level.

Indeed, a number of EC initiatives currently address various issues related to the common objective to deploy Connected and Automated Driving (CAD) – each with a slightly different focus. While for example GEAR 2030¹ has been focusing on the policy options, the discussions around the Round Table on CAD focused on the more legislative and harmonisation aspects, the STRIA² roadmap focuses on the R&D need, and the C-ITS platform³ focuses on the deployment issues (including those under the application of the ITS Directive). Additional links can be found with the European Commission's strategy to build a European Data Economy⁴.

Key knowledge gaps and research needs

The following blocks present background information on key areas such as: data protection and privacy, access to vehicle data, data sharing, management of data, connectivity and cybersecurity, etc.

On data protection and privacy:

In the **Resolution on Data Protection in Automated and Connected Vehicle**, as [published](#) following the **39th International Conference of Data Protection and Privacy Commissioners** in Hong Kong on the 25-29th of September 2017, and in particular under section 9, the relevant parties are urged to:

“Develop and implement technologies for cooperative intelligent transportation systems in ways that:

- a. **prevent unauthorized access to and interception of personal data** collected by vehicles (v2v), transportation infrastructure (v2i) or other third party's entities (v2x),*
- b. enable vehicle users to **inhibit the sharing of positional and kinematic data** while still receiving road hazard warnings,*
- c. provide **safeguards against unlawful tracking** and tracing of drivers,*
- d. ensure the **security mechanisms of v2v, v2i and v2x communication** during authentication processes do not pose additional risks to privacy and personal data and*
- e. limit the possibility of **illegitimate vehicle tracking and driver identification**.”*

On the access to vehicle data:

Various architectures models for the access to vehicle data have been proposed. Their suitability to meet the requirements of cooperative, connected and automated mobility (in terms of latency, security, liability, availability, fair competition, data economy, etc.) remains to be confirmed in practice.

¹ High Level Group GEAR 2030 report on automotive competitiveness and sustainability (18/10/2017) [\[Link\]](#)

² Strategic Transport Research and Innovation Agenda (STRIA) CAT roadmap (09/11/2016) [\[Link\]](#)

³ C-ITS Platform Phase II final report (09/2017) [\[Link\]](#)

⁴ Synopsis report of the public consultation on Building the European Data Economy (07/09/2017) [\[Link\]](#)

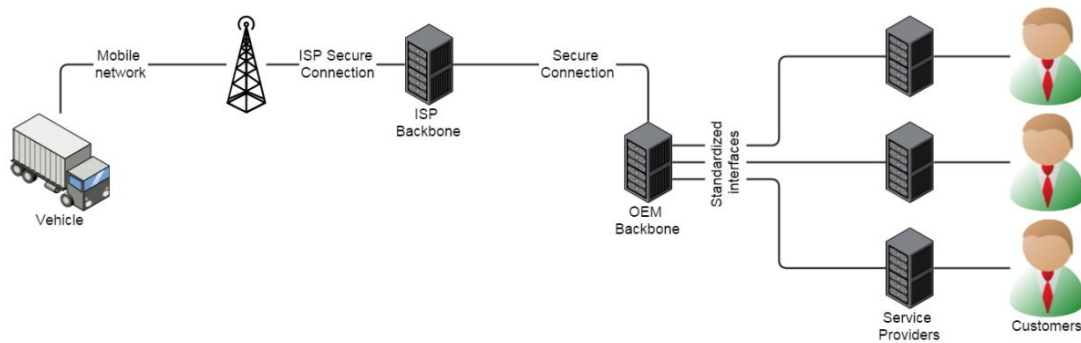


Figure 1 Data Service Platform - Extended vehicle

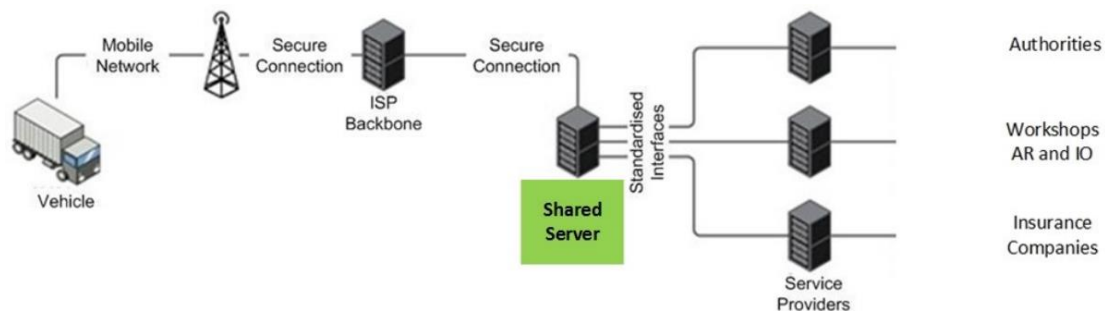


Figure 2 Data Service Platform - Shared server

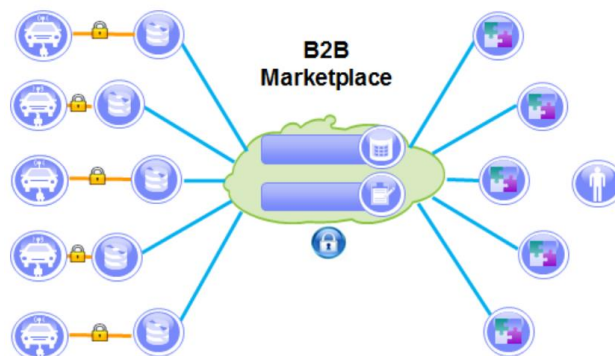


Figure 3 Data Service Platform - B2B marketplace

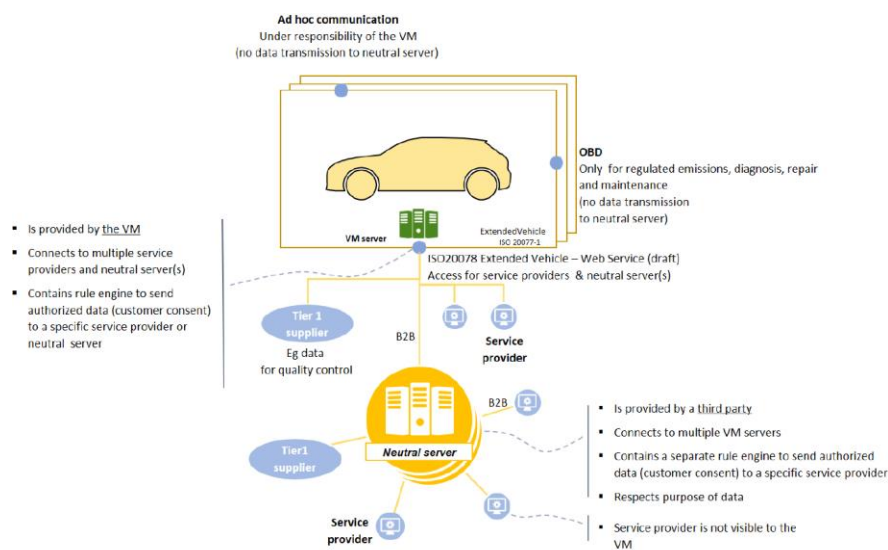


Figure 4 ACEA neutral server concept proposal (ACEA, 2016b)

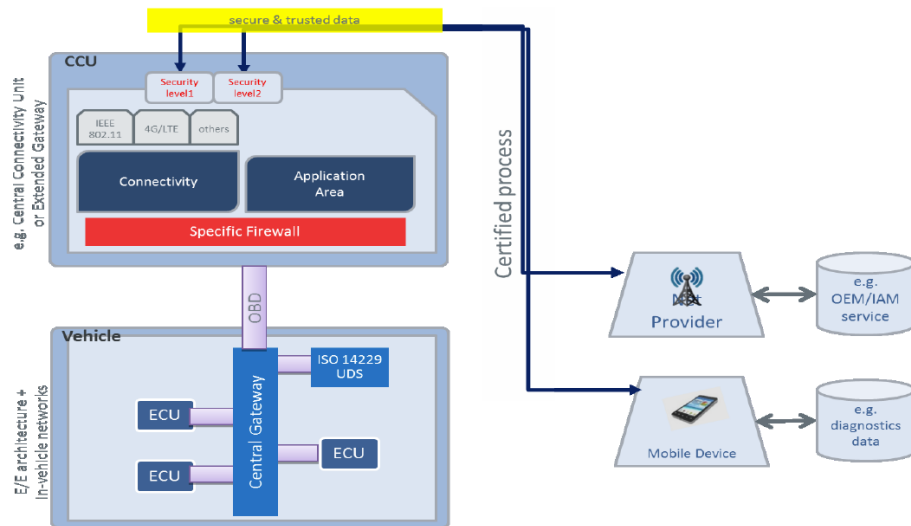


Figure 5 In-vehicle interface - OBD Connected communication units (OBD CCU)

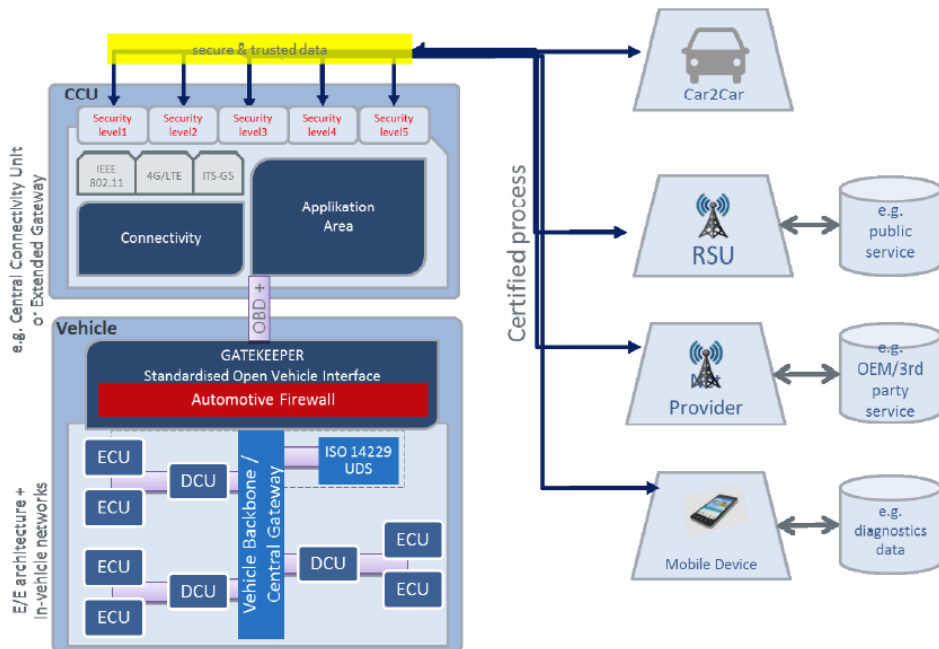


Figure 6 In-vehicle interface - Upgraded OBD with gatekeeper & central gateway to in-vehicle network (OBD+ CCU)

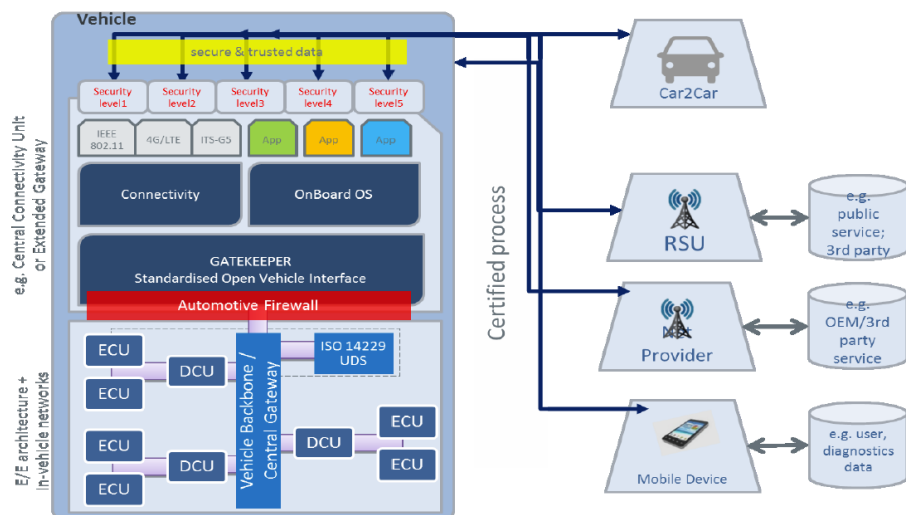


Figure 7 Embedded on-board application platform (in-vehicle AP) proposal

On data sharing:

In the oral and written evidence SCIENCE AND TECHNOLOGY SELECT COMMITTEE Connected and Autonomous Vehicles: The future? Ageas (UK) Limited – Written evidence (AUV0042), the following recommendations are given in terms of insurance liability:

*“Amendments to the **UK Road Traffic Act** and changes to the prevailing insurance liability regime – Our major recommendation in response to the recent C-CAV ADAS and Automated Driving Technology Consultation was that compulsory insurance provisions are amended so that tort of negligence regime is universally replaced by a form of ‘strict liability’.*

This would mean that:

***Data would be made available from an Automated Vehicle** (and vehicles capable of certain higher level categories of Assisted Driving) under the Data Storage Solution for Automated vehicles (DSSA) provisions proposed within forthcoming changes to UNECE Regulation 79 (or similar) which will indicate whether that vehicle was under manual or automated control.”*

On connectivity and cybersecurity:

In the expert forecast and roadmap for sustainable transportation: **Automated, Connected, and Electric Vehicle Systems**, Steven Underwood (Institute for Advanced Vehicle Systems; University of Michigan – Dearborn) highlights some issues related to **connectivity and cybersecurity** for higher levels of automated vehicle systems:

- *“[...] Devote great care to **assure the security of updating of the digital mapping system** used for localization and static versus dynamic object identification.*
- *Extension of and **compliance with ISO 26262 and SAE guidelines on functional safety** to determine risk classes and to specify automotive safety integrity levels (ASILs) dealing with both safety and security requirements.*
- *[...] Adopt next-generation **high-performance simulation and computing technologies** to assist in the efficient **validation of software performance***
- *Advance the **state of the art in authentication, credential management, and access control strategies** for software installation, maintenance, and operation.*
- *Design the vehicle network and communication system to anticipate and **mitigate cyber related disruptions to ensure resiliency while maintaining privacy and reliability.**”*

In its **Proposal for draft guidelines on cyber security and data protection**, the World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP29) intends to give “[...] *interim guidance until the completion of on-going research and collaboration activities and the development of more detailed globally harmonized requirements on cybersecurity and data protection*”. Some additional background information is given in that context:

- *“[...] Connected vehicles and vehicles with ADT [Automated Driving Technologies] are under the obligation to **perform their functions safely and reliably across national borders**. The rights to individual mobility data have to be regulated clearly.*
- *The objective is to ensure that **vehicles are protected from external interference and manipulation**. The principles of global data privacy law apply to data protection.*
- *For cybersecurity and data protection required steps shall be checked, e.g. **system checks by external organisations.**”*

On the management of data:

In the **STRIA Roadmap on Connected and Automated Transport** (Version 11) from 09.11.2016, a state-of-the-art analysis has helped identify the **research gaps and deployment barriers** of each mode of transport (road, rail, air, waterborne).

A relevant excerpt of the main actions to address research gaps and needs for research and development work related to the **management of data for road transport** is given below:

1. “[...] *Handling of mixed traffic situations (interaction of vehicles with different levels of automation and different connectivity features (e.g. short range vs, long range), but also with vulnerable road users (cyclists, pedestrians) and other non-automated road users; and a common data platform for joint learning on mixed traffic and impacts on road/infrastructure design;*
2. *European, shared framework for large-scale testing/piloting of connected and automated vehicle technologies and services in Europe (common methodologies for testing, impact assessment, data-sharing);*
3. “[...] *Insight of benefits and optimised use of C-ITS technology and C-ITS generated data for urban traffic management.*
4. “[...] *Handling and potential use of the big data generated by C-ITS transport;*
5. “[...] *Need of a supportive regulatory framework (traffic rules, exemption frameworks and type approval (incl. harmonisation), liability, data traffic, cyber-security, on road beta-testing, etc.) that allows experimental research and benefits from its outputs, within European countries and across their borders;”*

Furthermore, under the **Strategic Implementation Plan**, research and innovation actions and recommendations to enable the successful technological development (Category A) are detailed as follows:

6. “[...] A6. *Enable optimised use of new ICT technologies (Internet of Things/Wearables, Digitalisation, **Big data, data analytics and visualisation**, Cloud computing, Connectivity, Deep Learning) to support the performance of automated transport technologies, following a multidisciplinary approach that involves all relevant stakeholders combining the vehicles, telecommunication and infrastructure industries, and also considering the roles and responsibilities of the public and private entities:*
 - **IoT/ Work on Data chain:**
 - Mechanisms to **share vehicle sensor data** in an automotive IoT environment
 - Mechanisms to **guarantee reliability, accuracy, veracity, integrity, etc of data sources**
 - Novel security mechanisms – **authentication, authorisation & encryption**
 - “[...] **Big data** (analytics and visualisation techniques, latency, fast processing and decentralised data handling)
7. “[...] A7. *Develop AI (including Deep learning) for road vehicles; as the engagement of humans in the driving task is reduced, moral and ethical aspects of driving need to be controlled by more advanced AI.*
 - “[...] **Establish a European repository of driving scenarios** for deep learning – an **open data base with millions of km of road scenarios** to train and learn from, to test and evaluate, to design and program new functions.
 - *Advance specific deep learning techniques for driving scenarios based on combination of data from real data.”*

References

Underwood, Steven E. (2015). Automated, connected, and electric vehicle systems. Expert forecast and roadmap for sustainable development. Institute for Advanced Vehicle Systems University of Michigan – Dearborn MI 48128.

M McCarthy, M Seidl, S Mohan, J Hopkin, A Stevens, F Ognissanto. Access to In-vehicle Data and Resources Final Report (May 2017); European Commission Directorate-General for Mobility and Transport –Brussels 1049

C-ITS Platform Working Group 6: Access to in-vehicle resources and data Report (December 2015)

Access to In-vehicle Data and Resources Final Report (Mai 2017)

ACEA Position Paper: Access to vehicle data for third-party services – December 2016

Expert group report on Connected and Automated Transport, EUROPEAN COMMISSION Directorate-General for Research and Innovation, Directorate H — Transport, Unit H.2 — Surface Transport – September 2017

Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee, World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations Proposal for draft guidelines on cyber security and data protection ECE/TRANS/WP.29/2017/46